2468

THE
CHARLES MYERS
LIBRARY

Spearman
Collection

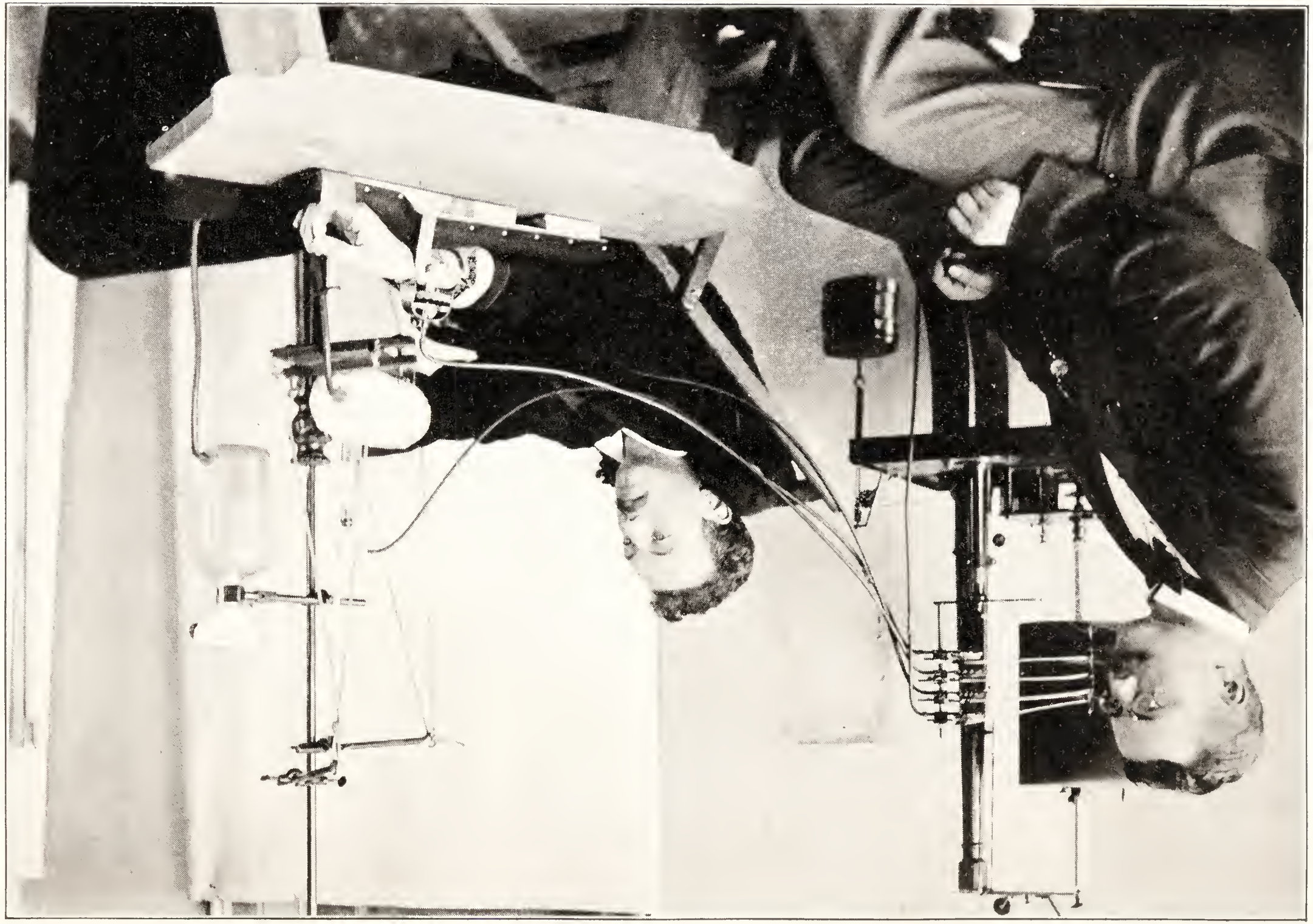
NATIONAL INSTITUTE
OF
INDUSTRIAL
PSYCHOLOGY

Med
K38888

GB

Digitized by the Internet Archive
in 2018 with funding from
Wellcome Library

https://archive.org/details/b29326448_0001



DIE

KÖRPERLICHEN ÄUSSERUNGEN PSYCHISCHER ZUSTÄNDE.

VON

DR. ALFR. LEHMANN,

DIREKTOR DES PSYCHOPHYSISCHEN LABORATORIUMS AN DER UNIVERSITÄT KOPENHAGEN.

ERSTER TEIL.

PLETHYSMOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN.

TEXT.

NEBST EINEM ATLAS VON 68 IN ZINK GEÄTZTEN TAFELN.

ÜBERSETZT

VON

F. BENDIXEN.

LEIPZIG,

O. R. REISLAND.

1899.

552 000

WELLCOME INSTITUTE
LIBRARY
Coll. WelMOmec
Coll.
No. WM

VORREDE.

Im Februar 1895 richtete der Herr Prof. Dr. K. Pontoppidan, der damalige Oberarzt der Abteilung für Geisteskranke im Kopenhagener Kommunehospital, die Frage an mich, wiefern man mit Hilfe des Sphygmographen oder des Plethysmographen im stande sei, zu entscheiden, ob in einem gegebenen Falle wirkliche Analgesie vorliege oder nur Simulation der Schmerzlosigkeit.

A priori darf es wohl fast als gegeben betrachtet werden, dafs eine Person, welche Analgesie simuliert, diejenigen Veränderungen des Blutkreislaufs, die den Schmerz normal begleiten, nicht zu unterdrücken vermag. Die Bedingung, um Simulation mit Sicherheit konstatieren zu können, wird also die sein, dafs die genannten körperlichen Veränderungen in allen Fällen wirklicher Analgesie fehlen, ohne Rücksicht darauf, wie diese übrigens entstanden sei: durch Läsion peripherer oder zentraler Nervenelemente, durch Intoxikation oder infolge psychischer Abnormitäten (Hysterie, Suggestion während Hypnose). Nun ist es indes keineswegs wahrscheinlich, dafs die körperlichen Symptome des Schmerzes bei allen diesen verschiedenen Formen der Analgesie wegfallen werden, und da in der mir bekannten psychophysiologischen und psychiatrischen Litteratur keine systematischen Untersuchungen über diese Verhältnisse vorliegen, war ich folglich nicht im stande, eine positive Beantwortung der aufgestellten Frage zu geben. Diese besitzt aber offenbar ein nicht geringes theoretisches Interesse, von der praktischen Bedeutung ganz abgesehen, durch die sie veranlafst wurde. Es handelt sich

ja nämlich darum, inwiefern Veränderungen der vegetativen Funktionen, welche bestimmte Bewufstseinszustände normal begleiten, sich auch reflektorisch durch einen äufseren Reiz auslösen lassen, ohne dafs der Bewufstseinszustand mitwirkte. Mit andern Worten: Ist der psychische Zustand, an welchen gewisse körperliche Erscheinungen normal verknüpft sind, etwas Wesentliches, so dafs die körperlichen Veränderungen nur dann zu stande kommen können, wenn der seelische Zustand gegeben ist; oder ist letzterer etwas ganz Unwesentliches, ein Plus, das je den Umständen nach vorhanden oder abwesend sein kann? Die theoretische Tragweite dieses Problems braucht wohl nicht näher nachgewiesen zu werden, und es wird deshalb verständlich sein, dafs ich den Vorsatz fafste, möglichst bald die Lösung des Problems zu suchen.

Nachdem die Instrumente, die ich bei meinen früheren Versuchen über die körperlichen Äufserungen der Affekte benutzt hatte, in mehreren Richtungen verändert und verbessert worden waren, begann die Arbeit im Frühjahr mit dem Studium der durch Stickstoffoxydul hervorgerufenen Analgesie. Darauf ging ich zur Untersuchung der suggerierten Analgesie über, und zwar unter sehr günstigen Verhältnissen, indem es sich erwies, dafs zwei der im Laboratorium beschäftigten Studierenden äufserst leicht hypnotisabel waren, ohne jedoch irgend ein hysterisches Symptom darzubieten. An diesen beiden Personen wurde zugleich die Wirkung verschiedener suggerierter Gefühle und Affekte festgestellt, und der Kontrolle wegen wurden gleichzeitig die körperlichen Äufserungen dieser Bewufstseinszustände teils an denselben Personen in normalem Zustande, teils an mehreren anderen Personen, die noch nie hypnotisiert worden waren, untersucht. Während dieser Arbeit entdeckte man bei ein paar einzelnen Individuen anormale Äufserungen, was dazu bewog, die Untersuchungen nicht nur auf Gefühle und Affekte, sondern auch auf andre psychische Erscheinungen, die Konzentration der Aufmerksamkeit, Denkarbeit u. s. w. auszudehnen. Erst gegen Ende 1896 waren diese Versuche in so grofsem Umfange variiert worden, dafs sich bestimmte Gesetzmäfsigkeiten nachweisen und die Ur-

sachen der anormalen Äufserungen feststellen liefsen. Damals war aber ein ganz überwältigendes Material beschafft — gegen 2000 einzelne Versuche, an zehn verschiedenen, teils weiblichen, teils männlichen Versuchspersonen angestellt —, welches zweifelsohne die Beantwortung nicht allein der von mir direkt verfolgten Fragen, sondern auch zahlreicher anderer enthielt. Es schien mir daher wünschenswert, einen wesentlichen Teil meines Versuchsmaterials in so genauer Reproduktion veröffentlicht zu sehen, dafs derselbe sich von Forschern benutzen liefse, die weder Gelegenheit noch Übung haben, solche Versuche anzustellen. Diese erfordern nämlich, gewifs in noch höherem Grade als irgend ein andrer Zweig der psychologischen Experimente, Routine nicht allein des Experimentators, sondern auch der Versuchspersonen, weshalb die Untersuchung einer einzelnen kleinen Frage oft ganz unverhältnismäfsig lange Zeit beanspruchen wird. Eine hinlänglich umfassende Materialsammlung wird in solchen Fällen viel Arbeit ersparen können, und es ist meine Hoffnung, dafs vorliegendes Werk in dieser Richtung einige Bedeutung erhalten wird.

Die zur Realisation dieses Plans erforderlichen Geldmittel wurden mir vom Carlsbergfonds bewilligt. Ich statte hiermit der verehrten Direktion meinen ergebensten Dank für das Interesse ab, das auf diese Weise meiner Arbeit zu teil wurde, deren Veröffentlichung in vorliegender Form erst hierdurch ermöglicht ward.

Wenn ich gemeint habe, von vornherein den Anlafs und den historischen Gang meiner Untersuchungen darstellen zu müssen, ist der Grund zunächst der, dafs die Datierung der einzelnen, später zu besprechenden Versuche sonst ganz sinnlos erscheinen und andeuten könnte, es sei völlig ins Blaue hinein ohne irgend einen bestimmten Plan experimentiert worden. Dies ist durchaus nicht der Fall; im Gegenteil zog die eine Gruppe von Versuchen auf natürliche und notwendige Weise die andre nach sich. In der folgenden Darstellung wird die chronologische Ordnung jedoch nicht befolgt werden, da sie den Überblick über die Erscheinungen und deren wechselseitiges Verhalten in hohem Grade erschweren würde. Der Stoff wird dagegen so geordnet werden,

wie die ganze experimentelle Arbeit hätte angelegt werden müssen, wenn es ursprünglich beabsichtigt wäre, sie so umfassend zu machen, wie sie jetzt vorliegt. In diesem Falle würde man natürlich damit angefangen haben, den Menschen in normaler Ruhe und in normalem Gleichgewicht des Gemüts zu studieren, um darauf allmählich immer kompliziertere Störungen dieses Zustands einzuführen. Hierdurch wäre der Überblick bewahrt und das Verständnis der einzelnen Erscheinungen in hohem Maſse erleichtert worden.

Wenn ich nun auch anzunehmen wage, daſs meine Arbeit dazu beitragen wird, Licht über verschiedene Punkte zu verbreiten, die trotz zahlreicher Untersuchungen dieser Art in den jüngsten Jahren noch unaufgeklärt dastehen, zunächst weil es sich erweist, daſs die Resultate der verschiedenen Forscher in Widerspruch miteinander sind, so betrachte ich sie doch keineswegs als etwas auf diesem Gebiete Abschlieſsendes. Dies ist dadurch deutlich ausgedrückt, daſs vorliegendes Werk als erster Teil bezeichnet ist. Ich glaube nämlich, wie es am Schlusse des Buches näher nachgewiesen werden wird, daſs die bisher ausgeführten sphygmographischen, plethysmographischen und sphygmomanometrischen Untersuchungen durchaus nicht genügen, um zu erhellen, was eigentlich ins klare gebracht werden soll. Es ist deswegen ein ganz andrer Weg einzuschlagen, der mehr direkt anzeigt, was eigentlich aus den verschiedenen, die einzelnen Gemütszustände begleitenden organischen Veränderungen resultiert. Versuche in dieser Richtung haben schon angefangen, und wenn es mir nur gelingt, sie im erforderlichen Umfange durchzuführen, so hoffe ich, in den folgenden Bänden die Resultate dieser Schritte auf neuen Bahnen vorlegen zu können.

Schlieſslich bringe ich meinen zahlreichen Mitarbeitern meinen besten Dank: ihre Ausdauer und ihr lebhaftes Interesse für die Arbeit waren wesentliche Bedingungen, um diese überhaupt durchführen zu können.

Kopenhagen, im Januar 1899.

HINWEISUNG

auf diejenige Seite des Textes, wo die Messung der Kurven zu suchen ist, insofern sie sich nicht in der Beschreibung der Kurven findet.

Tab.		Tab.	
II,	C 70	XXI,	C und D 98
III,	D 70	XXII,	B 98
VII,	D 114	—,	C 88
VIII,	A 114	—,	D und E 88
—,	B und C 114	XXIII,	B 98
X,	C 69	—,	C 88
—,	D 69	XXIV,	A und B 89
XI,	A 69	—,	C und D 89
XXI,	B 125	XXIX,	C 100

INHALT.

	Seite
Vorrede	III—VI
Hinweisung inbetreff der Messung der Kurven	VII
Einleitung	1—5
Die Instrumente und die Anordnung der Versuche	5—32
Der Kymograph 5. — Der Pneumograph 7. — Der Sphygmograph 9. — Der Plethysmograph 13. — Anordnung der Versuche 28.	
Die Bearbeitung und Reproduktion des Materials	32—39
Die Bearbeitung des Materials 32. — Die Reproduktion des Materials 35. — Die Ordnung der Kurven 38.	
Der Normalzustand	40—61
Die Respirationsoszillationen 44. — Das jähe Sinken der Volumkurve 52. — Die sanften Undulationen der Volumkurve 55.	
Die Aufmerksamkeit	62—103
Willkürliche Aufmerksamkeit, Denken 62. — Unwillkürliche Aufmerksamkeit, Erschrecken 70. — Spannung, Erwartung 76. — Der Wechsel und der wechselseitige Einflufs der Aufmerksamkeitszustände 89. — Die Einstellung der Aufmerksamkeit 102.	
Die Gefühle	104—158
Unlustzustände 104. — Unlust während Spannung 124. — Lustzustände 128. — Lustgefühle während Spannung 136. — Die Konzentration der Aufmerksamkeit auf den Gefühlston 140. — Der wechselseitige Einflufs der Gefühle 145.	
Analgesie während der Stickstoffoxydul-Narkose	159—164
Die Hypnose	164—181
Reproduzierte Affekte	181—187
Praktische und theoretische Konsequenzen der Versuche	187—201
Die physiologischen Ursachen der körperlichen Äufserungen	201—216
Die Volumveränderungen 204. — Die Pulshöhen 207. — Die Pulsformen 212.	
Schlufs	216—218

EINLEITUNG.

Auf zwei verschiedenen Wegen kommen die psychischen Zustände gewöhnlich zum Ausdruck: teils durch Bewegungen willkürlicher Muskeln, teils durch Veränderungen der vegetativen Funktionen. Die Bewegungen der willkürlichen Muskeln können wieder entweder bewufst, willkürlich entstehen (die eigentlichen Willenshandlungen) oder auch unwillkürlich, indem jeder Gemütszustand, der oft von einer bestimmten willkürlichen Bewegung begleitet worden ist, schliefslich nicht eintreten kann, ohne wenigstens eine minimale Bewegung der nämlichen Art auszulösen. So sind unsere Vorstellungen von Zahlen, Buchstaben, Figuren u. s. w. stets von Schreibbewegungen begleitet, die sich durch einfache Apparate sichtbar machen lassen, und das Denken ist, bei vielen Menschen allenfalls, kaum ohne Sprechbewegungen möglich, die sich mittels Selbstbeobachtung konstatieren lassen und oft hörbar werden können. Endlich erweisen auch die mimischen und pantomimischen, die Affekte begleitenden Bewegungen sich ebenfalls als unwillkürlich reproduzierte Bewegungen. Sie sind durchweg zweckmäfsig, dienen zur Abwehr oder zum Festhalten dessen, wodurch die Gemütsbewegung hervorgerufen wird, und sind deshalb als ursprüngliche Willensäufserungen aufzufassen, die im Leben der Gattung oder des Individuums durch fortwährende Wiederholung sich so fest mit einem bestimmten Gemütszustand associiert haben, dafs sie jetzt unwillkürlich entstehen, es sei denn, dafs sie willkürlich gehemmt werden.

Während im grofsen und ganzen der Ursprung und die Bedeutung der Äufserungen unserer Gemütszustände durch Bewegungen der willkürlichen Muskeln also verständlich sind, läfst dies sich nicht von den Veränderungen der vegetativen Funktionen behaupten. Erstens kennen wir diese noch nicht einmal in den gröbsten Zügen, indem die Beobachtungen der einzelnen Forscher auf diesem Gebiete keineswegs miteinander übereinstimmen. Und ferner ist sogar die Bedeutung derjenigen Veränderungen, über welche Einigkeit herrscht, noch durchaus rätselhaft. Dafs ein Individuum bei drohender Gefahr unwillkürlich die Arme ausstreckt, ist verständlich, weil dies im allgemeinen eine unter solchen Verhältnissen zweckmäfsige Bewegung ist, die zur Abwehr der Gefahr dienen kann. Ganz unverständlich ist aber, weshalb das Herz geschwinder zu schlagen beginnt und die Gefäfse an der Oberfläche des Körpers sich zusammenziehen. Dies scheint, soweit man zu sehen vermag, nicht sonderlich zweckmäfsig zu sein, mufs aber doch für den Organismus sicherlich Bedeutung haben. Ein Versuch, eine derartige isolierte Erscheinung zu erklären, würde indes schwerlich zu etwas mehr als wilden Hypothesen führen; die organischen Veränderungen, welche alle einzelnen Gemütszustände kennzeichnen, müssen im Zusammenhang und in ihrer inneren Verbindung erblickt werden, um eine Erklärung zu ermöglichen. Vor allen Dingen ist dann aber erforderlich, dafs wir alle diese Veränderungen kennen, so dafs diejenigen Ähnlichkeiten und Verschiedenheiten, welche die einzelnen seelischen Zustände in physiologischer Beziehung darbieten, sich genau nachweisen lassen. Ein Beitrag zu einer solchen Auseinandersetzung soll im vorliegenden Werke gegeben werden.

Diejenigen körperlichen Äufserungen, welche der Gegenstand dieser Untersuchung werden, sind ausschliefslich Veränderungen der beiden vegetativen Funktionen: der Atmung und des Blutkreislaufes. Auf meine früheren Studien in dieser Richtung, die wohl die ersten speziell psychologischen Untersuchungen dieser Art waren, folgten zahlreiche gröfsere und kleinere Arbeiten, so in Deutschland von Mentz und Kiesow,

in Frankreich von Binet, Courtier, Vaschide und G. Dumas, in Italien von Patrizi und in Amerika von Shields, Angell und Mc. Lennan. Ein tieferes Eindringen in die Methoden und Resultate dieser Forscher würde hier jedoch kaum sonderlich lohnend sein. Die im folgenden zu besprechenden Versuche wurden fast gleichzeitig mit den Arbeiten sämtlicher genannten Forscher unternommen, weshalb ein kritisches Studium der betreffenden Werke mir keinen wesentlichen Nutzen bringen konnte. Hierzu kommt überdies, dafs ich nach meinen Erfahrungen gegen die Weise, wie die meisten dieser Forscher ihre Versuche durchgeführt haben, prinzipielle Einwürfe erheben mufs. Dies wird sich indes nicht verstehen lassen, bevor ich meine eigenen Resultate dargelegt habe; ich ziehe es deshalb vor, die erwähnten Arbeiten je auf sich darbietenden Anlafs nach und nach kritisch durchzugehen und die Ursachen ihrer scheinbaren Widersprüche nachzuweisen.

Für die Anordnung jeder experimentellen Arbeit ist das erstrebte Ziel von entscheidender Bedeutung. Es handelt sich vor allen Dingen also darum, dafs man darüber im reinen ist, was man eigentlich zu erreichen sucht. Feine quantitative Messungen bestimmter Veränderungen erfordern andere, genauere Instrumente als der blofse Nachweis qualitativer Verschiedenheiten. Sie nehmen aufserdem längere Zeit in Anspruch, weil sie — soll die Genauigkeit denn keine ganz illusorische werden — feinere Einstellung und sorgfältigere Bedienung der Apparate, wie auch viele Kontrolloperationen erheischen, die bei qualitativen Bestimmungen ganz wegfallen. Es kommt mir nun ziemlich absurd vor, auf einem Gebiete zu feinen Messungen zu schreiten, wo die zu messenden Erscheinungen fast kaum in ihren Hauptzügen bekannt sind. In mehreren Beziehungen wird es von Interesse sein, eine Entscheidung darüber zu finden, ob die verschiedenen Gruppen psychischer Zustände sich in bestimmten, charakteristischen organischen Veränderungen Ausdruck geben, so dafs diese sich, wo es erwünscht sein möchte, zur Diagnose des Gemütszustandes benutzen liefsen. Ob dieses möglich ist, die Frage steht noch offen; ihre Beantwortung er-

fordert indes keine quantitativen Bestimmungen. Zeigen sich keine qualitativen Unterschiede der körperlichen Äufserungen der verschiedenen Gemütszustände, so ist die Sache abgemacht. Denn da die seelischen Zustände und die begleitenden organischen Veränderungen eine lange Reihe von Stärkegraden durchlaufen können, so werden rein quantitative Unterschiede auf dem physiologischen Gebiete sich niemals als charakteristische Kennzeichen der psychischen Erscheinungen verwerten lassen. Deswegen habe ich von vornherein von allem, was feinere Messungen genannt werden könnte, Abstand genommen, da solche die Arbeit nur erschweren würden, ohne entsprechende Ausbeute zu geben. Vorläufig genügt es uns völlig, zu erfahren, ob unter gegebenen Umständen der Herzschlag geschwinder oder langsamer, die Pulshöhe gröfser oder kleiner wird, ob das Armvolumen zunimmt oder abnimmt; wieviel Kubikmillimeter das Volumen indes variiert, das ist unendlich gleichgültig, solange man nicht einmal weifs, ob die Abnahme oder Zunahme eine konstante Erscheinung ist. Shields' Arbeit[1] gibt in dieser Beziehung ein abschreckendes Beispiel, indem er durch eine Reihe feiner Messungen der Volumänderungen hindurch zuletzt zu dem ganz negativen Resultate gelangt, es lasse sich von Gesetzmäfsigkeit keine Spur nachweisen. Hätte Herr Shields weniger Rücksicht auf Bruchteile von Kubikcentimetern genommen und seine Aufmerksamkeit Punkten von gröfserer Bedeutung zugewandt, würden seine Bestrebungen gewifs besseren Erfolg gehabt haben.

Was ich ins Auge fafste, sind also nur qualitative Bestimmungen der Veränderungen der Atmung und des Blutkreislaufes. Die Registrierung der Atmung verursacht keine Schwierigkeiten; rücksichtlich des Blutkreislaufes sind diese bedeutend gröfser. Vieles von dem, worüber man Aufschlüsse wünschen möchte, entzieht sich der Beobachtung, und aus praktischen Gründen mufs man sich auf eine begrenzte Anzahl gleichzeitiger Registrierungen beschränken. Deshalb ist der Plethysmo-

---

[1] The effect of odours, irritant vapours, and mental work upon the blood flow. Baltimore 1896.

graph ein besonders zweckmäfsiger Apparat, weil er in einer einzigen Kurve die Resultante aller derjenigen Kräfte (Umfang der Herzbewegung, Zustand der Gefäfse und venöser Blutabfluſs) gibt, welche auf den Kreislauf Einfluſs haben. Anderseits ist es dann freilich schwer zu entscheiden, inwiefern eine vorliegende Veränderung in einem Plethysmogramm von dem einen oder dem anderen oder von mehreren dieser Faktoren im Verein herrührt. Diese Schwierigkeit läfst sich jedoch zum Teil mittels gleichzeitig aufgenommener Sphygmogramme überwinden, aus welchen man — in gewissen Fällen wenigstens — durch Zusammenstellung mit den Plethysmogrammen Schlüsse über die Verhältnisse des Herzens und der Gefäfse ziehen kann. Hierauf werden wir in dem Abschnitt über die Deutung der Kurven näher eingehen. Da es indes mehr in meiner Aufgabe lag, darüber zur Entscheidung zu gelangen, ob unter den physiologischen Äufserungen der einzelnen Gemütszustände bestimmte, leicht erkennbare Verschiedenheiten stattfinden, als ins reine zu bringen, welchen Anteil an diesen körperlichen Äufserungen die einzelnen Organe haben, so benutzte ich vorzüglich den Plethysmographen und nahm nur gelegentlich den Sphygmographen zur Hilfe, um mir einen — wenngleich ziemlich zweifelhaften — Stützpunkt für die Deutung der Kurven zu verschaffen. Im folgenden Abschnitte werden nun die Konstruktion der benutzten Apparate und die fernere Bearbeitung des erworbenen Versuchsmaterials auseinandergesetzt werden; darauf gehen wir zur Darstellung der eigentlichen Untersuchungen über.

DIE INSTRUMENTE UND DIE ANORDNUNG DER VERSUCHE.

Der Kymograph. Der Kymograph, auf welchem die verschiedenen Erscheinungen automatisch registriert wurden, war der nämliche, den ich bei meinen früheren Versuchen benutzte. Er ist in Kagenaars mechani-

schem Institut in Utrecht hergestellt. Ich werde mich hier nicht näher auf die Konstruktion des Apparats einlassen[1], da eine ausführliche, von guten Abbildungen begleitete Beschreibung bereits von Boekelmann[2] gegeben ist. Dieser gibt ebenfalls eine Tabelle über die verschiedenen Umdrehungsgeschwindigkeiten, die sich mit Hilfe der verschiedenen Mittel, welche die Einrichtung des Apparats zur Verfügung stellt, erreichen lassen; zugleich wird angezeigt, welche dieser Geschwindigkeiten als konstant zu betrachten sind. Dieser Teil der Schrift ist jedoch minder befriedigend, da der Verfasser nur die mittleren Geschwindigkeiten angibt und sich darauf beschränkt, von einigen derselben zu erwähnen, der Gang des Apparats sei hier »merkbar«, »in hohem Grade« oder »völlig« unregelmäfsig. Besser wäre es doch gewesen, wenn für jede einzelne Geschwindigkeit der Fehler angegeben wäre; ein solcher findet sich nämlich sogar bei den regelmäfsigsten Bewegungen des Apparats. Bei derjenigen Kombination von Windflügeln und Belastung, deren ich mich fortwährend bediente, und die obendrein eine der besten des Apparats ist, war die mittlere Geschwindigkeit 6,03 mm pro Sekunde, mit einem Fehler von $\pm$ 0,06 mm. Um die Bedeutung dieses Fehlers zu verstehen, müssen wir betrachten, wie er bestimmt wurde.

Zur Registrierung der Zeit diente eine genau regulierte Pendeluhr mit ziemlich schwerem Pendel. In der Seitenwand des Uhrgehäuses war eine Pelotte mit einer äufserst feinen Kautschukmembran angebracht, auf deren Mitte eine kleine Scheibe steifen Kartons befestigt war. Die Pelotte liefs sich mittels einer Schraube der Pendellinse so nahe bringen, dafs der Rand der letzteren die Kartonscheibe eben berührte, und dieser Stofs wurde auf gewöhnliche Weise — durch Lufttransmission — auf einen Schreibhebel am Kymographen übertragen. Für jede Doppelschwingung des

---

[1] In den »Hauptgesetzen des menschlichen Gefühlslebens«, S. 78 ist aus der dänischen Ausgabe der Druckfehler eingelaufen, dafs die Walze 16 cm hoch sei; es soll heifsen 26 cm.

[2] Het Pantokymographion en eenige daarmee verrichte physiologische proeven. Delft 1894.

Pendels wird auf den rotierenden Cylinder also ein Zeichen abgesetzt. Wird der Gang der Uhr rücksichtlich der Arbeit, die das Pendel ausführen muſs, reguliert, so können die auf die Walze abgesetzten Zeitmerkzeichen ohne Schwierigkeit genau werden. Durch Ausmessung ihrer Abstände voneinander läſst sich also der Gang des Kymographen kontrollieren. Hierzu benutzte ich einen in Glas geätzten Millimetermaſsstab von Zeiſs in Jena; mit unbewaffnetem Auge war es indes nicht möglich, mittels desselben eine Abweichung der Abstände zwischen zwei Zeitmerkzeichen zu konstatieren. Der Fehler muſste also weniger als 0,1 mm betragen. Maſs man dagegen die einem längeren Zeitraum entsprechende Strecke, so wurde der Fehler merkbar, und die Abweichungen konnten während eines Viertels der Rotationszeit des Cylinders bis ungefähr 4 mm steigen. Als Mittelzahl einer groſsen Anzahl Messungen wurde auf diese Weise die Geschwindigkeit auf 6,03 mm pro Sekunde bestimmt, dieser Gröſse kann jedoch, in den ungünstigsten der beobachteten Fälle, ein Fehler von $\pm$ 0,06 mm anhaften.

Dieses Verhältnis ist nicht ohne Bedeutung. Die leichteste Weise, wie die Frequenz des Herzschlages sich angeben läſst, wird nämlich die sein, daſs die Pulslänge in Millimetern ausgedrückt wird. Da nun die Dauer eines Pulsschlages nur in seltenen Fällen eine Sekunde übersteigt, so wird der den gemessenen Pulslängen anhaftende Fehler gewöhnlich auch geringer sein als die oben angegebenen Grenzen für die Variation der Rotationsgeschwindigkeit des Cylinders. Oder mit anderen Worten, die gemessenen Pulslängen werden bis auf zehntel Millimeter richtig sein, ganz einerlei, ob man jeden Puls für sich miſst, oder ob man nur die Durchschnittslänge einer ganzen Reihe bestimmt, was in den meisten Fällen genügen wird.

Der Pneumograph. Zur Registrierung der Atmung benutzte ich einen Kissenpneumographen, dessen Einrichtung Fig. 1 zeigt. Derselbe besteht aus einer metallenen Schale, 12 cm im Durchmesser, an welche eine kurze, in die Schale mündende metallene Röhre A festgelötet ist. Durch die Schale ist ferner eine andere kurze metallene Röhre B geführt, die da-

durch an ihrem Platze festgehalten wird, daſs eine Brust C im Innern der Schale gegen diese drückt, was man mittels einer Mutterschraube und einer Kontramutterschraube bewirkt, die am äuſseren Ende der Röhre fest an die Schale geschroben werden. Die äuſsere Öffnung der letzteren ist durch zwei Gummimembranen verschlossen, D und E, deren Inneres luftdicht an die Röhre B befestigt ist, so daſs diese die äuſsere Luft mit dem Raume zwischen den Membranen in Verbindung setzt. Endlich läſst sich die Röhre B mittels eines kleinen Glasstöpsels, F, verschlieſsen, der in ein an die Röhre befestigtes Stückchen Gummischlauch paſst. Derjenige Gummischlauch, durch welchen die Atmungsbewegungen dem Schreibhebel vermittelt werden, wird der Röhre A angesetzt. Bevor der Apparat appliziert wird, öffnet man B und saugt durch A. Es strömt nun Luft zwischen die Membranen hinein, und schlieſst man darauf schnell B mittels des Stöpsels, während man A öffnet, so wird die zwischen den Membranen befindliche Luft dieselben linsenförmig ausspannen, wie die punktierten Linien der Figur zeigen. Jeder Druck auf dieses Kissen pflanzt sich leicht auf die Luft in der Schale und von hier weiter auf den Schreibhebel fort. Ein Verlust der zwischen den Membranen eingeschlossenen Luft, der eine Verminderung des Ausschlags des Schreibhebels zur Folge haben würde, findet nicht leicht statt, wenn nur alle Verbindungen des Metalls mit den Gummimembranen mittels eines Kautschukkittes hinlänglich gedichtet werden.

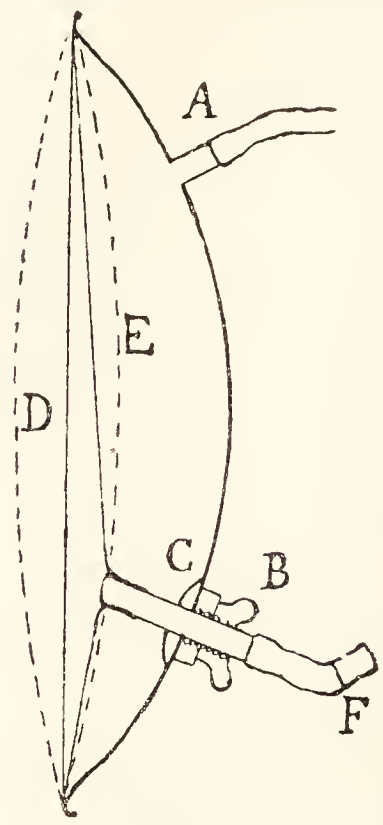


Fig. 1.

Weiblichen Versuchspersonen wurde der Pneumograph über die Brust angelegt, wo er durch zwei Bändel festgehalten wurde, deren eines hinten um den Hals, das andere unter die Arme hindurch um den Körper ging. Diese Befestigung sichert völlig vor Verschiebungen. Bei männlichen Versuchspersonen fällt es leichter, das Bauchatmen zu registrieren; der Pneumo-

graph wird dann einfach innerhalb des Hosenbundes unmittelbar unterhalb der Rippen angebracht. Da er leicht eine gröfsere Fläche des weichen Unterleibs berühren wird, ist es aufserdem ganz unnötig, den Membranen auf erwähnte Weise die Linsenform zu geben; eine mit einer einzelnen Membran überspannte Metallschale wird sich in der That als völlig genügend erweisen.

Der Sphygmograph. Alle mir bekannten Apparate dieser Art haben den Fehler, dafs die hervorgebrachte Kurve zum Teil durch die Volumänderungen des Arms verunstaltet wird. Wenn nämlich der Knopf der Pelotte mittels einer Feder mit bestimmter Spannung gegen die Arterie angedrückt wird, so wird eine Verminderung des Armvolumens zur Folge haben, dafs die Feder sich ein wenig gerade zieht, weil der Gegendruck der Arterie sich vermindert. Deswegen sinkt erstens das Niveau der Kurve, und da die Feder in ihrem schlafferen Zustande mit geringerem Druck als vorher auf die Arterie wirkt, mufs ferner auch die Höhe der Pulse sich vermindern — vorausgesetzt natürlich, dafs die ursprüngliche Spannung der Feder ebenso grofs oder kleiner war als der Druck, der das Maximum der Pulshöhe gibt. Umgekehrt, wenn das Armvolumen zunimmt: dann steigt das Niveau der Kurve, und wegen des stärkeren Federdrucks wächst die Pulshöhe. Ganz ebenso wird übrigens das Verhältnis, wenn der Druck nicht von einer Feder, sondern von der elastischen Membran der Pelotte herrührt, welche, wenn sie nur hinlänglich Steifheit besitzt, sehr wohl die Feder ersetzen kann. Auch bei den direkten Sphygmographen, wo der Schreibhebel mit dem auf der Arterie ruhenden Knopf in unmittelbarer Verbindung steht, wiederholt sich das nämliche; wegen der Volumänderungen des Arms verändert sich die Spannung der Feder und somit die Pulshöhe. Nur bei dem direkten Sphygmographen mit Gewichtbelastung kann man sicher gehen, dafs der auf die Arterie geübte Druck nicht variiert; das Niveau der Kurve verändert sich allerdings mit dem Armvolumen, der Druck des Knopfes gegen die Arterie bleibt aber konstant, und Veränderungen der Pulshöhe müssen daher von Varia-

tionen des arteriellen Blutdrucks und nicht von Fehlern des Instrumentes allein herrühren. Nun leiden indes alle Apparate dieser Konstruktion an dem Mangel, dafs die Gewichtbelastung das Moment des Schreibhebels in hohem Grade vermehrt, so dafs die Kurven ziemlich unzuverlässig werden.

Alle bisher angewandten Formen der Sphygmographen zeigen also plethysmographische Wirkungen, die mit Veränderungen des arteriellen Blutdrucks wenig oder nichts zu schaffen haben[1]. Nur wenn das Niveau des Sphygmogramms in einer Richtung schwankt, welche der des gleichzeitig aufgenommenen Plethysmogramms entgegengesetzt ist, kann man hieraus positive Schlüsse ziehen; eine solche entgegengesetzte Schwingungsrichtung ist jedoch äufserst selten und kann sich nur einen Augenblick lang zeigen, indem im nächsten Moment die plethysmographischen Wirkungen im Sphygmogramme die Oberhand gewinnen[2]. Ebensowenig läfst sich etwas aus den Veränderungen der Pulshöhen in den Sphygmogrammen schliefsen, weil dieselben, wie erwähnt, bei den meisten Apparaten eine direkte Folge der Volumveränderungen des Armes sind. Könnte es dagegen gelingen, die plethysmographischen Wirkungen aufzuheben und einen konstanten Druck auf die Arterie zu erreichen, so würde man an den Pulshöhen einen Stützpunkt für die Erklärung der Kurven haben. Wieviel sich dann sonst hieraus schliefsen läfst, das bleibt eine Sache für sich, die wir später untersuchen werden.

Um die genannten Vorteile zu erzielen, suchte ich das Prinzip der Gewichtbelastung auf den Transmissionssphygmographen zu übertragen, wodurch sich ein konstanter Druck herstellen läfst, ohne dafs der Schreibhebel dadurch beeinflufst würde. Die Konstruktion des Apparats zeigt Fig. 2. Derselbe besteht aus einem leichten Metallbügel, der mittels zwei über die hervor-

---

[1] Vgl. z. B. v. Frey: Die Untersuchung des Pulses. Berlin 1892. S. 37, 208 u. 210.

[2] Siehe Binet et Courtier: Circulation capillaire etc. L'année psychologique II, Fig. 33, S. 156. Dies ist aber wohl auch so ziemlich der einzige unzweifelhafte Fall unter allen reproduzierten Kurven.

stehenden Endstücke des Bügels geführter Gummiringe an den Arm befestigt wird. Die Endstücke sind nach der Form des Arms schwach gekrümmt, um desto sicherer ruhen zu können. Oben trägt der Bügel einen durchbohrten Metallcylinder, in welchem die Röhre der Pelotte leicht auf und nieder geschoben und mittels einer Schraube in der rechten Stellung festgehalten werden kann. Wenn der Apparat, der Knopf der Pelotte auf der Arterie ruhend, am Arme angebracht ist, wird der

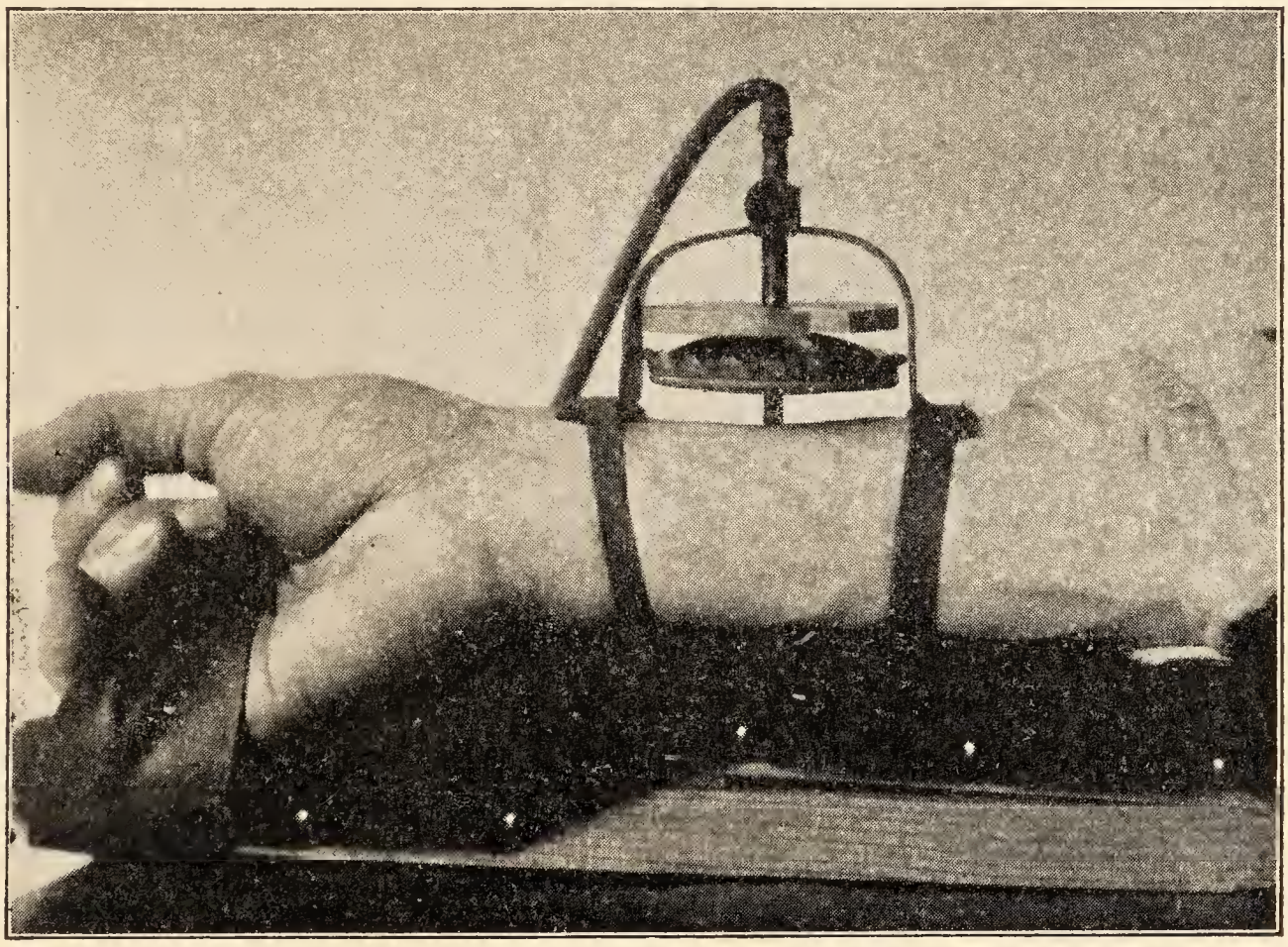


Fig. 2.

rechte Druck mittels eines Gewichts hervorgebracht, welches so ausgeschnitten ist, dafs es sich um die Pelottenröhre schieben läfst. Versuche erwiesen, dafs 100 gr die zweckmäfsige Gröfse dieses Gewichts waren; dieser Wert ist wahrscheinlich aber nur für das einzelne Exemplar von Gültigkeit. Das Gewicht drückt die Pelotte an die Arterie, und die Stellung wird durch Anziehen der Schraube gesichert. Die Wirkung des Apparats ist nun leicht verständlich. Zunächst sind es die beiden Gummiringe, die die plethysmographischen Niveauveränderungen der Kurve aufheben, indem sie den Bügel und somit auch den Knopf der Pelotte unausgesetzt an den Arm gedrückt halten, selbst wenn

dessen Rauminhalt variiert. Das Gewicht, das ich während der Arbeit gewöhnlich auf der Pelotte ruhen lasse, trägt wohl auch das seinige hierzu bei; seine Bestimmung ist übrigens besonders die, einen geeigneten Druck hervorzubringen, so dafs man sich nicht mühsam vorzufühlen braucht.

Den Beweis, dafs der Sphygmograph richtig appliziert ist und korrekt arbeitet, liefert er selbst dadurch, dafs die gezeichnete Kurve überhaupt ihr Niveau nicht verändert, nicht einmal bei den stärksten Volumveränderungen des Armes. Die Basis der Pulse soll mit andern Worten auf einer Geraden stehen. Geht man nun die vorliegenden Tafeln durch, um zu sehen, ob dies stichhaltig ist, so zeigen z. B. Tab. XVI, XVII, XIX und XX, dafs das Sphygmogramm (die obere der beiden Pulskurven) dem bloſsen Auge auf einer Geraden zu stehen scheint, selbst wo das Plethysmogramm grofse Volumschwankungen anzeigt. Legt man aber ein Lineal an, so entdeckt man doch leicht kleine Niveauveränderungen, die in derselben Richtung gehen wie die des Plethysmogramms. Dies ist besonders deutlich Tab. XX, B zu ersehen, wo das Sphygmogramm ausnahmsweise unter dem Plethysmogramm zwischen zwei Geraden angebracht ist, eben um die Niveauveränderungen hervortreten zu lassen. Aber sogar wo diese am gröfsten sind, z. B. Tab. LXV und LXVIII, D, sind sie im Vergleich damit, was ein gewöhnlicher Sphygmograph leistet, doch nur minimal[1]. Solange der Apparat unverändert an derselben Stelle sitzt, wird man deshalb berechtigt sein, aus den aufgezeichneten Variationen der Pulshöhe Schlüsse in betreff der Zirkulationsverhältnisse der Arterien zu ziehen. Dagegen wird der Unterschied der Pulshöhe von Tag zu Tage ein mehr zufälliger, so dafs sich hierauf nichts stützen läfst, weil man selbst bei der gröfsten Sorgfalt den Apparat wohl kaum jedesmal genau an demselben Punkte der Arterie zu applizieren im stande sein wird.

---

[1] Vgl. die Abbildungen in dem oben citierten Aufsatze von Binet u. Courtier. Die Niveauschwankungen sind hier oft gröfser als die Pulshöhen.

Der Plethysmograph. Ein Apparat, der dazu dienen kann, die Volumveränderungen eines begrenzten Teiles des Organismus, z. B. eines Armes, zu zeigen, wird in seiner einfachsten Gestalt folgende Form haben. Eine am einen Ende verschlossene Röhre, eben hinlänglich weit, um den Arm fassen zu können, ist mit einer kleinen Seitenröhre versehen. Nach Einführung des Armes in die Röhre wird er mittels eines engen, den freien Teil des Armes und das obere, offene Ende der Röhre umfassenden Gummiärmels mit der Röhre verbunden. Durch die nach oben gekehrte Seitenröhre wird nun der durch den Arm, den Gummiärmel und die Röhre abgegrenzte Raum mit Wasser von geeigneter Temperatur (ca. 35° C.) gefüllt, so dafs dieses ein wenig (ca. 1 cm) in die Seitenröhre emporragt. Jede Veränderung des Rauminhalts des Armes wird sich dann durch eine Änderung des Niveaus der Wasserfläche in der Seitenröhre zu erkennen geben, und wird diese mit einem Schreibhebel in Verbindung gebracht, so werden die Volumveränderungen sich auf dem Kymographen registrieren lassen.

Versieht man die den Arm umschliefsende Röhre an dem geschlossenen Ende mit einer kurzen Röhre, die mittels eines Gummischlauchs mit einer weiten Wasserstandsflasche in Verbindung steht, so werden die langsam verlaufenden Volumänderungen des Armes Zeit erhalten, sich auszugleichen, indem Wasser aus der Wasserstandsflasche oder in diese zurückfliefst, so dafs das Niveau in der Seitenröhre ungefähr konstant bleibt. Diese langsamen Volumveränderungen treten deshalb in den Kurven nicht hervor. Schneller verlaufende Volumveränderungen, z. B. die Pulse, erhalten dagegen keine Zeit, sich durch eine Bewegung des Wassers nach oder aus der Wasserstandsflasche auszugleichen, und man erhält daher eine sphygmographische Kurve auf den rotierenden Cylinder gezeichnet, die nur in gewissen Einzelheiten von einem gewöhnlichen Sphygmogramm abweicht. Dieser Apparat ist Mossos Hydrosphygmograph.

Bei dieser Konstruktion des Apparats kann man den Hydrosphygmographen leicht in einen Plethysmographen umwandeln, indem man nur die Verbindung

mit der Wasserstandsflasche unterbricht, z. B. mittels eines Quetschhahns an dem Gummischlauche. So war der Plethysmograph eingerichtet, mit welchem ich meine früheren Untersuchungen anstellte. Die Wasserstandsflasche hat hier nur die Bedeutung, dafs die Röhre sich durch dieselbe leichter füllen läfst, und im Fall eines Austretens von Wasser am Ärmel kann das ursprüngliche Niveau durch Öffnen des Quetschhahns sogleich wiederhergestellt werden. Dieser Apparat leidet indes an einer grofsen Menge von Mängeln. Entweder schliefst der Gummiärmel nicht hinlänglich fest um den Arm, und dann fliefst leicht einiges Wasser aus, wodurch die Kurven natürlich unbrauchbar werden, oder auch schliefst der Ärmel zu fest, so dafs er die freie Blutzirkulation im Arme hemmt; die rechte Straffheit zu treffen fällt sehr schwer. Endlich ist es auch nahezu unmöglich, bei jeder wiederholten Applizierung des Apparats genau den nämlichen Teil des Armes in der Röhre eingeschlossen zu bekommen. Folglich dürfen die Pulshöhen der an verschiedenen Tagen aufgenommenen Kurven nicht miteinander verglichen werden. Alle diese Mifslichkeiten lassen sich vermeiden, wenn man es unterläfst, die Röhre mit Wasser zu füllen, und die Volumveränderungen des Armes direkt auf die Luft in der umgebenden Röhre wirken läfst. Ein solcher Aëroplethysmograph ist aber ein äufserst schwer zu behandelnder Apparat. Da die Volumveränderungen des Arms im Vergleich mit dem Rauminhalt der in der Röhre eingeschlossenen Luft nämlich sehr klein sind, so werden ebenfalls die Druckvariationen der letzteren, die den Schreibhebel in Bewegung setzen, sehr klein. Deshalb ist es schwierig, mit dem Apparat zu arbeiten, denn ein geringfügiger Umstand, ein zu harter Druck des Schreibhebels gegen den Cylinder oder auch nur eine zu dicke Schicht Rufs desselben genügt, um die Bewegung des Schreibhebels zu hemmen. Obschon der Apparat im Prinzipe als ideal zu betrachten ist, sind diese praktischen Schwierigkeiten doch so grofs, dafs er zu Versuchen in gröfserem Umfange kaum geeignet ist; ich habe jedenfalls keine brauchbaren Resultate damit erzielen können.

Ein anderer Weg, die dem einfachen Plethysmo-

graphen anhaftenden Mängel zu vermeiden, ist der mit Mossos Sphygmomanometer eingeschlagene. Im Sommer 1894 sah ich im Leipziger psychophysischen Laboratorium das einzige damals existierende Exemplar dieses Apparats, und das hier angewandte Prinzip diente zur Grundlage meines Plethysmographen, da alle Versuche, mit dem Aëroplethysmographen zu arbeiten, fehlschlugen. Soweit ich jetzt nach zweijährigem anhaltendem Arbeiten mit dem Apparate urteilen kann, erfüllt er alle billigen Forderungen in betreff leichter Anwendbarkeit und Genauigkeit. Die Konstruktion ist folgende:

Die Röhre, in welche der Arm eingeführt wird, ist aus Metallblech, von mehreren Schichten wollenen

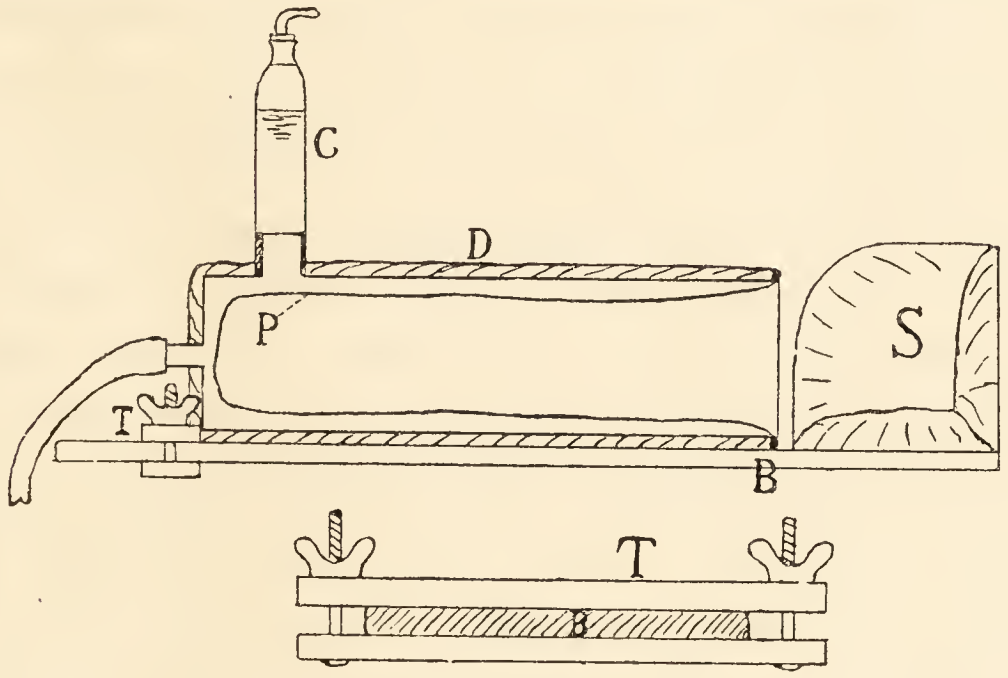


Fig. 3.

Zeuges und Watte umgeben, um den Wärmeverlust an die Luft zu verhindern; das Ganze ist von einer Schutzdecke aus starker Leinwand, D, Fig. 3, umgeben. Übrigens ist diese Röhre, ebenso wie an dem einfachen Plethysmographen, mit zwei Seitenröhren versehen, deren eine in die Wasserstandsflasche führt; um die andere, aufwärtsgehende, ist eine 28 mm weite Glasröhre C angebracht, deren Länge sich nach dem gewünschten Drucke verändern läfst, und die oben in eine feinere Röhre ausläuft, über welche der zum Schreibtambour führende Gummischlauch sich schieben läfst. In der grofsen Röhre findet sich ein sehr feiner und weicher Gummisack P, dessen offenes Ende um den Rand der Röhre gebogen und wasserdicht an

diesen befestigt ist. Die Dimensionen des Gummisacks sind ungefähr dieselben wie die der Röhre. Der Arm wird in diesen Sack gesteckt, und wenn nun das Wasser aus der Wasserstandsflasche herbeigeleitet wird, erfüllt es den Raum zwischen der Röhre und dem Gummisack und steigt in die Glasröhre hinauf. Die Druckhöhe läfst sich durch Hebung oder Senkung der Wasserstandsflasche genau regulieren. Wegen des Wasserdrucks schliefst der weiche Gummisack dicht an den Arm, und jede Volumveränderung des letzteren teilt sich folglich dem Wasser und der in der Glasröhre stehenden Luft mit, von welcher die Bewegung sich weiter nach dem Schreibtambour fortpflanzt. Auch diesen Apparat kann man natürlich entweder als Hydrosphygmographen wirken lassen, indem man die Verbindung mit der Wasserstandsflasche offen hält, oder auch als Plethysmographen, indem man die Verbindung unterbricht.

Zu beachten ist noch, dafs sowohl der Arm als die Röhre durchaus fest liegen mufs, weil der Druck des Wassers sie sonst auseinander schieben würde. Ich fand es am bequemsten, den Arm auf einem horizontalen Brette B ruhen zu lassen, das am einen Ende eine gepolsterte Lehne S für den Ellbogen, am andern Ende eine verschiebbare Querleiste T trägt, an welche die Röhre andrückt. Der untere Teil der Fig. 3 zeigt das Brett mit der Querleiste, vom Ende aus gesehen. Die Stellung der Querleiste variiert selbstverständlich mit der Länge des Arms; ist sie aber einmal für eine bestimmte Versuchsperson gefunden und auf dem Brette bezeichnet, so ist das Anlegen der Röhre später das Werk einiger Sekunden. Es ist übrigens leicht zu ersehen, dafs der Arm fast rechtwinkelig gebogen zu halten ist, damit der Ellbogen sich an das gepolsterte Endstück des Brettes lehnen kann; diese Stellung ist indes eine sehr bequeme und natürliche und verursacht deshalb auf die Dauer keine Unannehmlichkeiten. Um die Stellung möglichst gemächlich zu machen, ist überdies das den Arm und die Röhre tragende Brett mittels langer Schnüre an ein Stativ aufgehängt, so dafs die Versuchsperson selbst das Ganze nach der geeignetsten Richtung drehen kann. Andern Zweck hat dieses Aufhängen an Schnüren hier nicht, da der Arm und die Röhre sich nicht aus ihrer gegenseitigen Stellung ver-

schieben lassen. Mit dem alten Plethysmographen, wo dies nicht der Fall ist, wird das Aufhängen an Schnüren dagegen notwendig, weil jede unwillkürliche Bewegung des Armes sich sonst dem Wasser in der Röhre mitteilt und in den Kurven falsche Volumveränderungen hervorruft. So werden während des Atmens die Bewegungen des Brustkastens sich dem Arme mitteilen, der deshalb, wenn die Röhre festliegt, synchron mit der Respirationsperiode weiter in die Röhre hineingeschoben oder aus derselben herausgezogen werden wird. Hierdurch werden die gleichzeitig stattfindenden respiratorischen Veränderungen des Armvolumens markiert. Wenn bei meinen früheren Untersuchungen das Hervortreten der Respiration in den Plethysmogrammen weit deutlicher war als bei den hier vorliegenden, so rührt das sicherlich von dem Umstand her, dafs ich damals nicht die notwendigen Mafsregeln getroffen hatte, um die Bewegung des Armes im Takt mit dem Atmen vorwärts und rückwärts in der Röhre zu verhindern.

Damit der Arm durchaus fest und unbeweglich in der Röhre liegen kann, darf deren Weite natürlich nicht zu grofs sein. Anderseits darf die Röhre auch nicht so lang sein, dafs sie das Ellbogengelenk drückt. Am besten ist es deshalb, eine Reihe verschiedener Röhren zu haben, die für die Arme passen, mit welchen man zu thun hat. Ich benutzte vier Röhren: Nr. 1, 32 cm lang, 34 cm im Umkreis; Nr. 2, 32 cm lang, 31 cm im Umkreis; Nr. 3, 29 cm lang, 28 cm im Umkreis, und Nr. 4, 26 cm lang, 28 cm im Umkreis. Nr. 2 wurde am häufigsten benutzt; die beiden letzteren waren weiblichen Armen speziell angepafst.

Nimmt man alle hier erwähnten Rücksichten, um die Stellung des Armes in der Röhre zu sichern, so hat dies zur Folge, dafs die Pulshöhen verschiedener Tage sich miteinander vergleichen lassen. Denn wenn infolge der Konstruktion des Apparats der Arm stets dieselbe Stellung einnimmt, und wenn überdies stets der nämliche Teil des Armes eingeschlossen ist, so kann unter sonst ganz gleichen Umständen die Pulshöhe nicht variieren. Sehr häufig wurde der Versuch gemacht, nach einem Zwischenraum von ganz kurzer

Zeit der nämlichen Versuchsperson den Apparat von neuem wieder anzulegen, und niemals wurde ein merkbares Variieren der Pulshöhe gefunden, vorausgesetzt, dafs der psychische Zustand wesentlich unverändert blieb. Der beste Beweis hiervon ist aber gewifs der Umstand, dafs sich in den vorliegenden Kurven eine jährliche Periode der Pulshöhe nachweisen läfst, worüber näheres unten. Ein solches Verhältnis würde sich nicht konstatieren lassen, wenn die Höhe von der Weise abhängig wäre, wie der Apparat angelegt wird.

Es gilt nun zuvörderst, zu bestimmen, wie grofs der Wasserdruck im Plethysmographen sein darf. Da die Wände der feineren Gefäfse sehr weich sind und sich leicht zusammendrücken lassen, wodurch die freie Bewegung des Blutes gehemmt und eine künstliche Verminderung des Armvolumens erzeugt wird, so mufs der äufsere Druck offenbar möglichst nahe an Null sein und konstant gehalten werden, weil jede Änderung des äufseren Drucks eine entsprechende Volumänderung zur Folge haben wird. Ist die Aufgabe die genaue Ausmessung der Veränderungen des Armvolumens, so mufs daher notwendigerweise die Forderung gestellt werden, dafs es überhaupt keinen äufseren Druck gibt. Bei den vorliegenden Versuchen aber, wo es sich nicht um eine quantitative, sondern nur um eine qualitative Bestimmung der Volumveränderungen handelt, wird es keinen Nachteil bringen, mit einem geringen äufseren Druck zu arbeiten, weil der arterielle Blutdruck, der wohl normal auf 7 bis 8 cm Quecksilber oder ungefähr 100 cm Wasser angesetzt werden darf, das Hemmnis, das ein äufserer Druck von einigen wenigen Centimetern Wasser der freien Bewegung des Blutes darbieten kann, leicht überwinden wird. Und von diesem äufseren Druck, der wegen der Volumveränderungen des Arms kein ganz konstanter wird, läfst es sich dann leicht nachweisen, wie er nur den Einflufs erhält, dafs nicht der wahre, sondern nur der ein wenig verminderte Wert der Volumveränderung in den Kurven zur Geltung kommt.

Denken wir uns nämlich den Arm im Plethysmographen eingeschlossen und das Wasser z. B. 10 cm hoch in der Druckröhre stehend; der Druck der dar-

überliegenden Luft wird gleich dem der Atmosphäre angesetzt. Das Volumen des Arms ist nun wegen der Zusammenpressung etwas kleiner, als es ohne diesen äufseren Druck sein würde. Findet nun eine physiologische Volumverminderung statt — einerlei, ob diese von einem geringeren arteriellen Blutzufluſs, einem stärkeren Abfluſs des venösen Blutes oder einer aktiven Gefäſskontraktion herrühren möchte — so wird das Wasser in der Druckröhre sinken, und ist diese mit dem Schreibtambour in Verbindung gesetzt, so wird die über dem Wasser stehende Luft verdünnt werden. Der Druck der äufseren Luft spannt nun die Membran des Tambours, bis die Spannung der Membran plus dem Drucke der eingeschlossenen Luft gleich dem Drucke der Atmosphäre ist. Da der Druck der eingeschlossenen Luft nun also geringer als der der Atmosphäre, folglich kleiner als vorher ist, und da aufserdem das Wasser in der Druckröhre niedriger steht, so ist der Arm im ganzen genommen einem geringeren Druck unterworfen und muſs sich deswegen etwas erweitern. Diese rein mechanische Erweiterung geschieht natürlich gleichzeitig damit, daſs der Druck wegen der physiologischen Volumverminderung sinkt; die gesamte resultierende Volumverminderung ist also geringer, als sie gewesen sein würde, wäre der Druck konstant gehalten. Hieraus folgt ferner, daſs die mechanische Erweiterung des Armes die physiologische Volumverminderung niemals aufwiegen, geschweige denn übersteigen kann. Denn damit würde der Druck ja konstant gehalten werden — oder sogar bis über seinen ursprünglichen Wert anwachsen — und in diesem Falle könnten die Gefäſse gar nicht zur Erweiterung kommen, und man müſste die ganze wirkliche Verminderung in den Kurven erblicken. Da ganz analoge Verhältnisse bei einer physiologischen Volumvergröſserung stattfinden, durch welche der Druck vermehrt und die Gefäſse komprimiert werden, so folgt also hieraus, daſs man in allen Fällen eine Volumveränderung erblickt, die etwas geringer als die wahre ist. Da diese Reduktion ohne Belang ist, wenn es nicht darauf ankommt, genaue Messungen anzustellen, so enthält das Arbeiten mit einem äufseren Druck nichts

Bedenkliches. Gröfser als notwendig darf dieser jedoch nicht sein, und es ist deshalb geboten, zu untersuchen, welchen Einflufs Drucke von verschiedener Gröfse auf die Form der Kurven haben; hierdurch läfst sich also das Minimum des Druckes bestimmen, der brauchbare Kurven gibt.

Zu diesem Zweck wurden mit dem Plethysmographen Volumkurven bei verschiedenen, zwischen 4 cm und 25 cm Wasser variierenden Drucken aufgenommen. Eine Strecke von jeder dieser Kurven ist Tab. I, Spalte 1 wiedergegeben; über jeder derselben ist die Druckhöhe H in Centimeter Wasser und ebenfalls die Länge L des darüberstehenden Luftraumes in Centimetern angegeben. Die Summe H + L ist konstant, entweder 13 cm oder 34 cm, indem die beiden benutzten Druckröhren diese Längen hatten. Alle Kurven sind, wie zu ersehen, nach steigenden Werten von H von oben abwärts geordnet, und es zeigt sich nun, was nach anderswoher bekannten Erfahrungen zu erwarten stand, dafs die Pulshöhe bei wachsenden Werten von H anwächst. Die Gröfse des Luftraums scheint keinen wesentlichen Einflufs hierauf zu haben. Bei 10 cm Druck wurden zwei Kurven aufgenommen, die eine mit 3 cm, die andere mit 24 cm Luftraum, die Höhe der Pulse scheint indes hiervon unabhängig zu sein. Dagegen hat die Gröfse des Luftraums Einflufs auf die langsam verlaufenden Volumveränderungen, die sich nicht als Wellen durch die Luft fortpflanzen, wohl aber den Druck der gesamten eingeschlossenen Luft verändern. Es sei dieser Druck von Anfang an gleich dem der Atmosphäre und das Volumen der eingeschlossenen Luft V ccm. Wird nun der Rauminhalt der eingeschlossenen Luft um $\pm$ A ccm vermehrt, so wird der Druck der Luft $\frac{V}{V \pm A} = \frac{1}{1 \pm \frac{A}{V}}$.

Da aber A/V bei dem nämlichen Werte von A um so gröfser wird, je kleiner V ist, so wird eine gegebene Veränderung des Niveaus des Wassers um so gröfseren Einflufs auf den Druck der eingeschlossenen Luft erhalten, je kleiner der Luftraum V ist. Und da es der Druck der eingeschlossenen Luft ist, der den Ausschlag

des Schreibhebels bestimmt, so werden folglich die langsam verlaufenden Volumveränderungen um so weniger in den Kurven hervortreten, je grölser der Luftraum ist. Dies ist natürlich nicht direkt durch Vergleich der vorliegenden Kurven zu ersehen, weil es nicht gegeben ist, dafs die wirklichen Volumveränderungen bei den verschiedenen Drucken die nämliche Gröfse hatten. Es ist zunächst als ein Zufall zu betrachten, dafs die beiden mit dem gröfsten Luftraum (H = 10, L = 24 und H = 15, L = 19) aufgenommenen Kurven nahe daran sind, auf einer Geraden zu stehen. Die Erfahrung bestätigt aber übrigens völlig die Resultate der theoretischen Betrachtung: dafs man durch Anwendung grofser Lufträume die Ausschläge der langsam verlaufenden Volumveränderungen in den Kurven vermindern kann. Macht man z. B. den Luftraum unendlich grofs, indem man mittels einer sehr feinen Öffnung die eingeschlossene Luft mit der Atmosphäre in Verbindung setzt, so werden die Pulswellen sich fast unverändert abzeichnen, während alle anderen Volumveränderungen in den Kurven verschwinden.

Nähere Betrachtung der Kurven Tab. I Spalte 1 zeigt, dafs die Kurve für H = 4 ziemlich unregelmäfsig ist und die einzelnen Pulsschläge nicht deutlich hervortreten läfst. Dies kommt wahrscheinlich daher, dafs 4 cm Wasserdruck nicht genügt, um den Widerstand des Gummisacks zu überwinden und letzteren fest an den Arm zu pressen. Bei H = 5 fallen diese Unregelmäfsigkeiten fast weg, und bei höherem Druck finden sie sich nirgends. Hieraus scheint hervorzugehen, dafs die Spannung des Gummisacks gleich 5 cm Wasserdruck ist; weiter hinab darf man also nicht gehen. Da nun die Volumveränderungen des Arms, wie oben erwähnt, Veränderungen des Drucks herbeiführen, so mufs dieser daher von Anfang an etwas gröfser als 5 cm genommen werden, damit er während der Versuche nicht unter diesen Wert sinkt. Die ersten Versuche wurden bei 18 cm Druck (L = 16 cm) angestellt, damit die Pulsschläge sehr deutlich werden könnten; da die Versuchspersonen sich indes beklagten, weil der Druck auf die Dauer unangenehm wurde, schritten wir sogleich zu 10 cm Druck (L = 3 cm). Mit diesem Druck wurden

die allermeisten Versuche ausgeführt; wo ein einzelner der früheren, mit H = 18 cm, in den Tafeln angeführt ist, wird es ausdrücklich bemerkt werden, dafs hier dieser Wert von H benutzt wurde. Wie grofs die Druckvariationen übrigens werden können, das wird im folgenden näher erläutert werden.

Es ist leicht zu ersehen, dafs der hier beschriebene Apparat sich ebensowohl wie der alte Plethysmograph als Hydrosphygmograph benutzen läfst, wenn man den Quetschhahn nach der Wasserstandsflasche zu öffnet. Hierbei ist jedoch zu beachten, dafs der Gummischlauch, der die Röhre mit der Wasserstandsflasche verbindet, weder zu lang noch zu eng sein darf, denn alsdann lassen sich die Niveauveränderungen nicht hinlänglich geschwind ausgleichen, und die Kurven zeigen dann aufser den Pulsen auch andere Volumschwankungen, besonders die respiratorischen. Dies tritt deutlich Tab. I, A hervor, wo die obere Kurve die Respiration, die untere ein Hydrosphygmogramm gibt, das mit einem Gummischlauch von 7 mm Weite und 100 cm Länge zwischen der Armröhre und der Wasserstandsflasche genommen wurde. Nach Verkürzung des Schlauches auf 40 cm fielen in den Kurven die respiratorischen Veränderungen weg, vgl. I, B. Beide diese Kurven sind mit dem oben nachgewiesenen Minimum des Drucks, 5 cm Wasser, genommen; hier brauchte nämlich kein Drucküberschufs zu sein, da das Niveau des Wassers, mithin der Druck, konstant ist. Einzelne Male habe ich der Kontrolle wegen in zweifelhaften Fällen Hydrosphygmogramme aufgenommen; hierzu wurde stets der hier beschriebene Apparat bei 5 cm Druck und mit einem Schlauche von 40 cm Länge zwischen der Armröhre und der Niveauflasche benutzt.

Nimmt man gleichzeitig ein Sphygmogramm und ein Plethysmogramm auf, so wird man leicht sehen, dafs in den beiden Kurven die korrespondierenden Pulse nicht fortwährend genau senkrecht untereinander stehen, selbst wenn die Spitzen der Schreibhebel von Anfang an in derselben Erzeugenden auf dem rotierenden Cylinder lagen. Tab. I, C zeigt dieses. Die oberste Kurve ist die Respiration, darauf folgt das Sphygmogramm, zu unterst das Plethysmogramm. Von Anfang

an standen die Schreibhebel für die beiden untersten Kurven in der Erzeugenden *ha*, während der Volumveränderungen des Arms geht die eine jedoch abwärts, nicht in der Geraden *hai*, sondern in dem Bogen *ag*. Infolgedessen liegt der *h* entsprechende Punkt *k* des Plethysmogramms nicht senkrecht unter *h*. Erst wenn die Kurve bis zur wagerechten Linie *ab* gestiegen ist, welche der Schreibhebel beschrieben haben würde, wenn keine Volumveränderung stattgefunden hätte, liegen die korrespondierenden Punkte wieder in der nämlichen Erzeugenden, so z. B. *c* & *d*, *e* & *f*. Diese Verschiebungen sind bei Ausmessungen eines Plethysmogramms natürlich zu berücksichtigen; wenn wir später die Bearbeitung des Materials besprechen, kommen wir hierauf zurück.

Ein flüchtiger Blick auf die folgenden Tafeln wird zeigen, dafs die Höhe der Pulse in den Plethysmogrammen oft eine ziemlich beträchtliche ist. Es mufs daher untersucht werden, wie zuverlässig diese Kurven sind, denn je gröfser die Pulse werden, um so gröfser mufs die Geschwindigkeit des Schreibhebels, mithin auch dessen Bewegungsenergie sein, was wieder zur Folge hat, dafs er nicht im rechten Augenblick anhält, sondern weiter geschleudert wird. Diese Sonderbewegungen, die sich in den Pulskurven als Spitzen und stark markierte sekundäre Erhöhungen zeigen, sind leicht zu vermeiden, indem man den Angriffspunkt der Kraft weiter in den Schreibhebel hinaus, von dessen Umdrehungspunkt weg, verlegt, mit andern Worten, indem man eine geringere Vergröfserung benutzt. Die hier angewandten Schreibhebel waren 180 mm lange, sehr dünne und leichte Aluminiumfedern; der Angriffspunkt der Kraft lag an dem Tambour, der mit dem Plethysmographen in Verbindung gesetzt war, 7 mm von dem Umdrehungspunkt des Stiftes entfernt; die Vergröfserung war folglich eine 25fache. Bei den Respirationskurven war die Vergröfserung bedeutend geringer, bei den Sphygmogrammen ungefähr doppelt so grofs; da die Höhe der Pulse hier aber sehr klein ist, brauchen wir die Verhältnisse nur in betreff der Plethysmogramme zu untersuchen.

Bei diesen Untersuchungen wurde ein Apparat zur

Erzeugung künstlicher Pulsbewegungen gebraucht (siehe Fig. 4), der aus einer Pelotte P mit einer starken und steifen Gummimembran bestand, an deren Mitte eine kleine Messingscheibe angebracht war. Gegen diese drückt eine exzentrische Scheibe E mit ziemlich unregelmäfsigem Umkreis an; mittels einer Kurbel H läfst sich das Exzentrik in umdrehende Bewegung setzen. Hierdurch wird nun ein wechselnder Druck auf die Pelotte erzeugt, welchen eine Kurve, die sich je nach der Form des Exzentriks einem natürlichen Pulse mehr oder weniger nähert, graphisch wiedergibt. Dreht man anfangs die Kurbel sehr langsam, so gerät der Schreibhebel in entsprechend langsame Bewegung, und die entstandene Kurve ist dann ganz ohne Verzeichnung. Je geschwinder man die Kurbel dreht, um so gröfser wird die Beschleunigung des Schreibhebels in auf- und absteigender Richtung, und bei einer gewissen, von der Exzentrizität der Scheibe und der hierdurch bestimmten Gröfse der Ausschläge abhängigen Geschwindigkeit verrät sich die Sonderbewegung des Schreibhebels durch Spitzen an allen Wendepunkten der Kurve. Tab. I, D gibt ein deutliches Bild hiervon. Wenn man die Exzentrizität der Scheibe variiert, wird man leicht diejenige Gröfse der Ausschläge finden können, welche noch dann ohne Verunstaltung ist, wenn die ganze auf- und abgehende Bewegung während der Zeit, die ein Puls gewöhnlich in Anspruch nimmt, vollendet wird. Dies ist so ziemlich mit der Tab. I, D gezeigten Kurve der Fall. Die drei durch die Ziffern 6, 5 und 4 bezeichneten künstlichen Pulsschläge entsprechen an Zeit resp. 60, 72 und 90 Pulsen pro Minute. In einer Minute dreht sich der Cylinder nämlich 360 mm; die drei Kurven spannen resp. 6, 5 und 4 mm, folglich können in einer Minute 360/6 = 60, 360/5 = 72 und 360/4 = 90 derartige Bewegungen ausgeführt werden. Und wie die Figur erweist, sind die beiden ersten fast ohne Verzeichnung; nur die sekundären Erhöhungen sind ein wenig gar zu

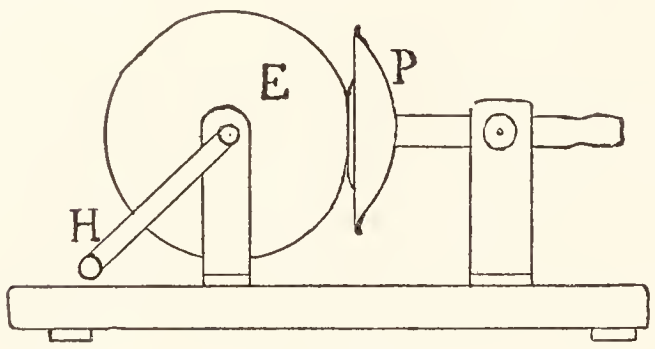


Fig. 4.

markiert, was ein Vergleich mit den voranstehenden, langsameren Bewegungen erblicken läfst. Erst wenn die Länge des Pulses bis auf 4 mm sinkt, wird die Kurve verzeichnet und unzuverlässig. Nun kommt es indes nirgends vor, dafs die Pulse die Höhe, 25 mm, der hier registrierten Ausschläge erreichen; die höchsten in unsern Tafeln vorkommenden Pulse überschreiten kaum 21 mm (siehe Tab. XXVI und LXVI). Und da die Pulslänge hier überdies nicht unter 4,3 mm sinkt, so darf man diese Kurven als annähernd fehlerlos betrachten; nur die sekundären Wellen sind wahrscheinlich zu stark markiert.

Alle unter gewöhnlichen Umständen vorkommenden Volumveränderungen sind bei denjenigen Werten des Wasserdrucks und der Vergröfserung des Schreibhebels, welche, wie erwähnt, bei den Untersuchungen angewandt wurden, leicht durch den Apparat zu registrieren. Bei starken Gemütsbewegungen aber, bei dem Übergang aus Wachen in Schlafen oder umgekehrt können die Volumveränderungen so grofs werden, dafs der Schreibhebel sie nicht aufzuzeichnen vermag. Bei grofsen Volumverminderungen kann der Hebel nämlich so tief sinken, dafs er an den Rand des Tambours anschlägt, und von diesem Augenblick an zeichnet er nur eine gerade Linie (vgl. Tab. XIV, D). Leichter folgt der Hebel einer gewaltigen Volumvergröfserung (siehe z. B. Tab. XII, B), wegen der Krümmung des Cylinders wird jedoch einmal der Punkt erreicht werden, wo der Hebel die Schreibfläche nicht mehr berührt. Am sichersten arbeitet man diesen allzu grofsen Ausschlägen dadurch entgegen, dafs man im rechten Augenblick das kleine Ventil, die Klarinette, öffnet, das sich an der Verbindungsröhre des Tambours findet. Hierdurch wird der Druck der eingeschlossenen Luft gleich dem der Atmosphäre, und der Schreibhebel bewegt sich sofort nach der Ausgangslinie zurück. Schliefst man darauf die Klarinette wieder, so werden die folgenden Volumveränderungen von der vorhergehenden unabhängig verlaufen, und bei Bestimmung der gesamten Volumveränderung müssen sie folglich zu dieser addiert werden (mit Vorzeichen). Tab. XII, B und XIV, D zeigen mehrere derartige Sprünge des Schreib-

hebels zur Ausgangsstellung zurück nach Öffnung der Klarinette.

Diese Methode zur Ausgleichung grofser Volumveränderungen ist eigentlich die beste, weil die Bewegung des Schreibhebels nach der Ausgangsstellung so schnell geschieht, dafs nur ein einziger, höchstens zwei Pulse unlesbar werden. Sie erfordert indes, dafs fortwährend eine Person am Kymographen sitzt und die Kurven beobachtet, um die Klarinette im rechten Moment öffnen zu können. Geschieht dies nicht, so wird der Apparat versagen, und man erhält längere Zeit hindurch nur eine gerade Linie gezeichnet; vgl. XIV, B, wo auf diese Weise die Aufzeichnung während 40 Sek. verloren ging. Man bedient sich deshalb, wenn man nicht einen Assistenten am Kymographen sitzen haben kann, am besten eines automatischen Ventils, das sich bei bestimmter Druckdifferenz öffnet. Hierzu benutzte ich Müllers Flaschenventil, das in nebenstehender Fig. 5 schematisch wiedergegeben ist.

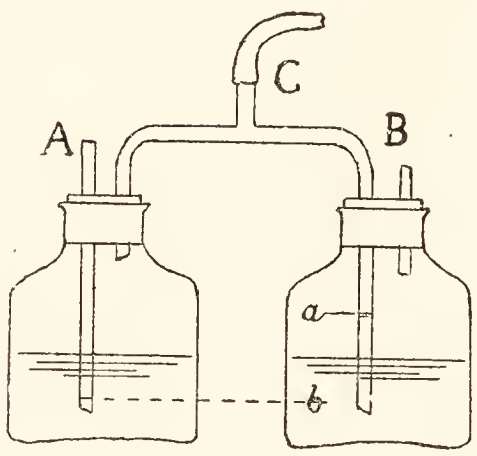


Fig. 5.

Die Röhre C wird mit der Luftleitung von dem Plethysmographen nach dem Schreibtambour in Verbindung gesetzt. Sinkt nun der Druck der im Plethysmographen und in der Leitung eingeschlossenen Luft, so wird auch die Luft in den beiden Flaschen verdünnt, und der Druck der äufseren Luft treibt in der Röhre A das Wasser abwärts, in der Röhre B aufwärts. Der Unterschied zwischen den Höhen der beiden Oberflächen in den Röhren gibt dann den Unterschied zwischen dem Druck der Atmosphäre und dem der eingeschlossenen Luft an. Erreicht dieser Druckunterschied eine gewisse Gröfse, so wird durch die Röhre A eine Luftblase eindringen, und jede fernere Verminderung des Drucks der eingeschlossenen Luft wird von diesem Augenblick an nur zur Folge haben, dafs durch A aus der Atmosphäre mehr Luft hineingelangt. Der Druckunterschied läfst sich also nicht ferner vermindern, und folglich wird das Niveau der Kurven konstant. Ganz analog ist

das Verhalten, wenn der Druck der eingeschlossenen Luft vermehrt wird, nur wird in diesem Falle das Wasser in A steigen, in B aber sinken, bis durch letztgenannte Röhre Luft zu entweichen anfängt. Jede solche aus dem Apparat entweichende oder in denselben eindringende Luftblase veranlafst natürlich eine momentane Störung in den Kurven (siehe z. B. Tab. VII, D und LXIV, B; erstere zeigt das Eindringen, letztere das Entweichen der Luft). Solange diese Störungen der Kurven andauern, weifs man also, dafs auch das Sinken oder Steigen des Volumens andauert. Dies genügt völlig zu einer qualitativen Bestimmung der Volumveränderungen, jedes Ausmessen ist hierdurch jedoch offenbar ausgeschlossen.

Das Ventil wurde bei unsern Versuchen so eingestellt, dafs es eben in dem Augenblick, da der Schreibhebel der Bewegung nicht mehr zu folgen vermochte, zu funktionieren begann. Dies geschah bei einem Druckunterschied (ab, siehe Fig. 5) von 2 cm Wasser. Somit ist also gegeben, dafs das Maximum des Druckes, den der Arm erlitt, $10 + 2 = 12$ cm, das Minimum $10 - 2 = 8$ cm war. Diese Grenzen hat der Druck, wenn das Ventil benutzt wurde, nie überschreiten können; und wo dasselbe nicht angewandt wurde, sind die entstandenen Kurven unlesbar, wenn der Druck über 12 cm stieg oder unter 8 cm sank, weil der Schreibhebel die Volumveränderungen nicht zu registrieren vermochte. — Zu bemerken ist übrigens, dafs die beiden angegebenen Druckgrenzen keineswegs das Maximum und Minimum desjenigen Druckes anzeigen, der wirklich auf der Oberfläche des Arms ruhte. Es wurde oben nachgewiesen, dafs der Gummisack des Plethysmographen wohl nicht eher den Arm fest umschliefst, als bis das Wasser in der Druckröhre ungefähr 5 cm hoch steht. Dieser ganze Teil des Druckes wirkt also nicht direkt auf die Oberfläche des Arms, sondern zunächst als longitudinaler Druck; er wirkt deshalb namentlich auf die Finger der geballten Hand und verrät sich dadurch, dafs der Arm sich aus dem Plethysmographen verschiebt, wenn er nicht am Ellbogen unterstützt wird, der also seinen Teil dieses Druckes tragen mufs. Diese 5 cm Wasser sind daher

vom angegebenen Maximal- und Minimaldruck abzuziehen, der mithin resp. 7 und 3 cm wird.

Bei der Anwendung des Flaschenventils ist jedoch noch eins zu beachten. Wird dasselbe in die Luftleitung eingefügt, so zeigen sich die Ausschläge des Schreibhebels kleiner als vorher, weil der Druckunterschied zwischen der Atmosphäre und der eingeschlossenen Luft nun zum Teil in den Flaschen ausgeglichen wird, wo der Wasserstand in den Röhren unablässig variiert. Infolgedessen ist die Kraft vermindert, die dazu dient, die Membran des Schreibtambours in Bewegung zu setzen, und die Bewegungen des Schreibhebels werden somit kleiner. Will man die Pulshöhen vergleichen können, die mit und ohne Flaschenventil genommen sind, so bleibt also dessen Einflufs zu bestimmen. Dies kann mittels des kleinen Apparats zur Erzeugung künstlicher Pulskurven geschehen; Tab. I, E zeigt eine derartige Bestimmung. Die ersten 4 Ausschläge sind hier ohne Flaschenventil aufgenommen; darauf wurde dieses eingefügt, während alles übrige unverändert blieb. Die nächsten 5 Ausschläge, nach Einfügung des Ventils in die Leitung genommen, zeigen sich deutlich vermindert, und das Verhältnis der Gröfse der Ausschläge zu einander in den beiden Fällen wird also denjenigen Bruch (hier ungefähr $^{11}/_{9}$) angeben, womit die mittels des Ventils verminderten Pulshöhen zu multiplizieren sind, um sich mit den andern vergleichen zu lassen. Eine solche Reduktion läfst sich indes leicht vermeiden, wenn man nur den Angriffspunkt der Kraft am Schreibhebel verändert, so dafs die Exkursionen mit Ventil ebenso grofs werden, wie sie vorher ohne Ventil waren. Die beiden letzten Erhebungen in der Kurve (I, E) sind nach solcher neuen Einstellung des Schreibhebels genommen, so dafs der Einflufs des Flaschenventils hierdurch ausgeglichen ist. Diese Methode wurde bei den vorliegenden Versuchen überall angewandt, wo das Flaschenventil zur Verwendung kam; es lassen sich folglich alle Pulshöhen direkt vergleichen.

Anordnung der Versuche. Hierüber ist nicht viel im allgemeinen zu bemerken. Die Versuchsperson, V-P, safs mit dem Rücken gegen den Kymo-

graphen, so dafs sie die Bewegungen des Schreibhebels nicht sehen konnte, und mit dem Gesicht einer Wand zugekehrt, wo möglichst wenig die Aufmerksamkeit zu fesseln vermochte. Der Versuchsleiter safs gewöhnlich am Kymographen, um nach den aufgezeichneten Kurven den zum Eingreifen günstigen Moment bestimmen zu können. Die Reize, deren Gegenstand die V-P werden sollte, wurden entweder von dem Experimentator selbst oder auf ein gegebenes Signal von einem Assistenten angebracht. Ein Assistent war stets mitwirkend, wenn die Reize Manipulationen erforderten, die der auf seinem Platze sitzende Experimentator nicht auszuführen vermochte. Es war nämlich ein für allemal festgestellt, dafs geräuschvolle Bewegung ebensowenig wie lautes Reden während eines Versuches stattfinden durfte, solche Fälle natürlich ausgenommen, wo Bewegungen oder Reden ein integrierender Teil des Versuches waren. Besondere Apparate zum Reizen habe ich niemals benutzt, da sie mir ganz unnötig scheinen. Wenn alles, was gebraucht werden soll, in erreichbarer Nähe zweckmäfsig geordnet ist, so kann ein hinter der V-P Stehender im rechten Moment völlig geräuschlos alles ausführen, was auszuführen ist, und nur auf diese Weise ist es möglich, die notwendige Variation der Versuche zu erzielen. Apparate lassen sich vielleicht mit Vorteil benutzen, wenn man nur auf einem einzelnen Sinnesgebiete die Verhältnisse untersucht, eine derartige Begrenzung scheint mir aber prinzipiell unrichtig. Denn läfst man die einzelnen Reize gar zu geschwind aufeinander folgen, so wird die V-P abgestumpft, da es fortwährend derselbe Sinn ist, der gereizt wird, und macht man längere Pausen, so wird sie entweder auf andere Gedanken kommen oder einschlafen. In keinem dieser Fälle wird der Versuch rein: man sieht nicht die Wirkung auf einen normalen Menschen in vollständigem Gleichgewicht des Gemüts, sondern im Gegenteil Reaktionen eines ermüdeten, halb schlafenden oder von ganz andern Gemütszuständen in Anspruch genommenen Individuums. Ich bediente mich stets des Verfahrens, dafs nach dem einzelnen Versuch die Pause nicht länger gemacht wurde, als nötig war, um den ursprünglichen Normalzustand in den Kurven erscheinen

zu lassen; darauf ging ich sogleich weiter, zwar aber mit einem Versuch ganz anderer Art. Hierdurch sind viele Vorteile zu erreichen: es lassen sich während kurzer Zeit eine grofse Anzahl Experimente anstellen, die V-P wird in Atem gehalten und erhält keine Gelegenheit, sich ihren eigenen Gedanken zu überlassen, und jeder neue Versuch wird dennoch fast gar nicht von den vorhergehenden beeinflufst.

Es ist schwer, die Frage im allgemeinen zu beantworten, ob die V-P vorher erfahren darf, wann der Reiz kommt, und welcher Art derselbe ist, von denjenigen Fällen natürlich abgesehen, wo das Experiment geradezu erheischt, dafs sie nichts erfährt. Hat man mit routinierten Versuchspersonen zu thun, die sich sowohl in physischer, als in psychischer Beziehung ruhig zu verhalten vermögen, so ist eine Anzeige überflüssig und zunächst nachteilig, da sie nur zur verfrühten Konzentration der Aufmerksamkeit dient. Anders stellt sich die Sache, wenn man mit einer erwartungsvollen oder sogar ängstlichen V-P operiert. Versuche unter diesen Umständen können sehr interessant sein und haben insofern ihre Berechtigung, als sie zeigen, wie die Reize unter bestimmten, im voraus gegebenen Gemütsbewegungen wirken. Hierdurch vermag man bei späteren Gelegenheiten aus den Kurven zu diagnostizieren, ob eine V-P wirklich in normalem Gleichgewicht des Gemüts ist oder nicht. Natürlich erhält man keine normalen Reaktionen von einem in starker Spannung oder in Furcht befindlichen Individuum, und es kommt dann wesentlich auf die Routine und Konduite des Experimentators an, ob die Hebung des störenden Affekts gelingt. Hier erwies es sich oft als praktisch, vorher anzuzeigen, was geschehen würde, eine Reihe ausschliefslich angenehmer Reize zu gebrauchen, um die V-P in gute Laune zu setzen, die Sache gemütlich zu nehmen u. s. w. Allgemeine Regeln sind, wie gesagt, schwer zu geben, es bleibt doch immer die Person des Experimentators, die den Ausschlag gibt; einige Beispiele der von mir angewandten Methoden werden im folgenden gelegentlich erwähnt werden. Es ist nun aber auch leicht einzusehen, dafs derjenige, der ausschliefslich auf einem bestimmten Sinnesgebiete operiert, sich selbst einer Menge

Mittel — sowohl zum Diagnostizieren, als zur Beseitigung störender Affekte — beraubt, deren Anwendung unter gegebenen Umständen erwünscht sein könnte. Auch aus diesem Grunde scheinen dergleichen Spezialuntersuchungen mir unrichtig. Denn es läfst sich nicht vermeiden, dafs unter einer gröfseren Anzahl Versuchspersonen einige gefunden werden, die sich durch die ganze Situation affizieren lassen und deshalb auf die einzelnen Reize durchaus anormal reagieren. Ist der Experimentator nun nicht im stande zu entdecken, dafs diese Individuen befangen sind, so mufs er ihre Reaktionen für ebensowohl normal halten, als die aller der übrigen, was denn zur Folge hat, dafs sich in den Resultaten nicht die geringste Gesetzmäfsigkeit nachweisen läfst. Mehrere grofse Spezialarbeiten sind aus diesem Grunde ganz wertlos. Vermag dagegen der Experimentator den Affekt zu diagnostizieren, und besitzt er Geduld genug, um dessen Beseitigung zu erwirken, so wird er schliefslich seine Ausdauer belohnt sehen, indem das Individuum ebenso reagiert wie die übrigen Versuchspersonen. An Beweisen von der Richtigkeit hiervon wird es im folgenden nicht fehlen.

Um den Moment zu registrieren, da ein Reiz stattfand, bediente ich mich eines besonderen Schreibtambours, der mittels eines Gummischlauches mit einer sehr kleinen Gummibirne in Verbindung gesetzt war. Ein Druck auf letztere bewirkte, dafs der Schreibhebel in Bewegung gesetzt wurde, sonst zeichnete er eine gerade Linie, wodurch man also zugleich eine feste Nulllinie für die Volumenkurve erzielte. Die Momente der Reizung wurden gewöhnlich vom Experimentator registriert, der diese Zeichen leicht absetzen kann, während er selbst oder der Assistent den Reiz anbringt. In gewissen Fällen, wo es galt, den Zeitpunkt zu markieren, da gewisse psychische Momente eintraten, hatte die V-P selbst die kleine Gummibirne in der Hand. Da nur ein äufserst geringer Druck erforderlich war, um den Schreibhebel in Bewegung zu setzen, konnte die unbedeutende Arbeit, welche die V-P hierbei auszuführen hatte, auf den normalen Verlauf des Versuches wohl schwerlich von Einflufs sein; nachweisbar ist eine solche Störung jedenfalls an keinem Orte.

Wurden Sphygmogramme und Plethysmogramme gleichzeitig aufgenommen, so war dieses Verfahren jedoch nicht zu gebrauchen, da die V-P keine Hand zur Verfügung hatte; in diesen Fällen markierte sie jedes Moment von Bedeutung durch ein Hm!, und auf dieses Signal machte der Experimentator ein Zeichen auf den Cylinder. Dieselbe Methode wurde allgemeiner Verabredung gemäfs ebenfalls angewandt, wenn zufällige Störungen auf den Gemütszustand der V-P influierten. Nach Beendigung jedes Versuches wurde darauf protokolliert, was alle diese Zeichen zu bedeuten hatten, wie denn auch die V-P über ihren ganzen Gemütszustand während des Versuchs Rechenschaft ablegen mufste. Ohne fortwährende Kontrolle von seiten der Selbstbeobachtung werden dergleichen Versuche durchaus sinnlos; es hat deswegen auch keinen Zweck, Versuchspersonen zu benutzen, die nicht in der Selbstbeobachtung geübt sind.

DIE BEARBEITUNG UND REPRODUKTION DES MATERIALS.

Die Bearbeitung des Materials. Da quantitative Bestimmungen nicht bezweckt und der Konstruktion der Apparate zufolge ohnehin ausgeschlossen waren, läfst sich das vorliegende Material unmittelbar verwerten. Das Steigen und Fallen des Volumens, die Vermehrung und Verminderung der Pulshöhen und der Atmung lassen sich ohne künstliche Hilfsmittel direkt aus den Kurven ersehen. Etwas anders stellt sich die Sache indes rücksichtlich der Pulslängen. Extreme Unterschiede der Pulslängen sind freilich ebenfalls mit blofsem Auge zu sehen, es ist jedoch selten, dafs die Unterschiede so grofs sind. Meistens wird es notwendig sein, eine Messung der Länge anzustellen, um zu konstatieren, inwiefern die Geschwindigkeit des Herzschlages eine Veränderung erlitten hat. In den Sphygmogrammen ist diese Messung

leicht zu unternehmen, weil die Pulse hier annähernd auf einer geraden Linie stehen, längs welcher der Mafsstab sich anlegen läfst. Bei den Plethysmogrammen tritt die Schwierigkeit ein, dafs die Richtung der Kurve unausgesetzt variiert, während die Messung senkrecht auf die Erzeugenden des Cylinders geschehen mufs; mit andern Worten: die horizontale Projektion der Pulslänge mufs bestimmt werden. Dessenungeachtet zog ich es dennoch durchweg vor, die Pulslänge auf den Plethysmogrammen zu bestimmen, weil man aus diesen Kurven am leichtesten einen Überblick über die Pulsverhältnisse erhält. Mifst man nämlich eine Reihe von Plethysmogrammen, so wird man finden, dafs eine Volumveränderung fast stets mit einer Veränderung der Pulslänge zusammentrifft, und aufserdem, dafs die Pulslänge, solange das Volumen konstant bleibt oder nur wenig zu- oder abnimmt, während dieser Phasen ebenfalls nur sehr wenig variiert. Dies heifst mit andern Worten, dafs man im Plethysmogramme die Pulse in natürliche Gruppen eingeteilt sieht, wo die zur einzelnen Gruppe gehörenden Pulse so ziemlich dieselbe Länge besitzen. Hierdurch wird die Messung offenbar in hohem Grade erleichtert, indem man gewöhnlich nur die Totallänge jeder einzelnen Gruppe zu messen und durch Division mit der Anzahl der Pulsschläge deren Durchschnittslänge zu berechnen braucht; diese wird dann der Länge jedes einzelnen Pulses der Gruppe fast genau entsprechen. Hält man sich dagegen an die Sphygmogramme, so kann man nicht umhin, jeden einzelnen Puls für sich zu messen und dann auf Grundlage der gefundenen Zahlen natürliche Gruppen zu bilden, um die Gesetzmäfsigkeit der Variationen nachzuweisen. Diese Methode ist jedoch weit mehr zeitraubend und erweist sich erfahrungsgemäfs weniger zuverlässig als erstere, weshalb ich mich selbstredend ausschliefslich an die Plethysmogramme hielt.

Die Messung der Plethysmogramme bietet nun in der That keine Schwierigkeiten dar, wenn man nur, wie es bei diesen Versuchen der Fall war, auf den Kurventafeln eine feste horizontale Linie hat, auf welche sich die Pulse projizieren lassen. Die Projektion selbst kann auf verschiedene Weise ausgeführt werden. Ent-

weder kann man mit Hilfe des Lineals und des Dreiecks durch die Endpunkte der betreffenden Pulse auf die Kurventafeln senkrechte Linien zeichnen und die Entfernung dieser Senkrechten voneinander messen. Oder auch kann man einen in Glas geätzten Millimetermafsstab mit sehr langen Teilstrichen benutzen, durch deren eines Ende eine Gerade gelegt ist, die auf allen Teilstrichen winkelrecht steht. Wird diese Gerade längs der festen Horizontallinie der Tafeln gelegt, so bilden die Teilstriche des Mafsstabs Projektionslinien, und man ist im stande, sofort den Abstand zwischen je zwei beliebigen Punkten in Millimetern abzulesen, während man die Zehntelteile abschätzt. Dieser Methode habe ich mich bedient, da sie sich ebenso sicher erwies als das weitläufigere Zeichnen von Projektionslinien auf die Tafeln.

An den solchergestalt gemessenen Längen ist indes noch der Fehler zu korrigieren, der dadurch entsteht, dafs der Schreibhebel in einem Bogen schwingt (siehe S. 23, vgl. Tab. I, C). Bei konstanter Länge des Schreibhebels ist der Fehler konstant und läfst sich ein für allemal messen. Hierzu dient die Konstruktion Tab. I, C. In der Entfernung von 1 cm über oder unter der wagerechten Stellung des Schreibhebels erweist sich der Fehler als noch unmerkbar; 2 cm über oder unter dieser Stellung ist der Fehler 1 mm; 3 cm über oder unter 2,2 mm; gröfsere Schwankungen kommen in den Tafeln nicht vor. Die Fehlergröfsen müssen, wie die Figur zeigt, von den direkt gemessenen Längen abgezogen werden, und aus den so korrigierten Werten berechnet man dann durch Division mit der Anzahl der Pulse deren Durchschnittslänge. Ist diese Anzahl nur einigermafsen grofs und das Steigen oder Sinken der Kurve ein geringes, so kann man sich ja die Korrektur ersparen, da der Fehler der berechneten Durchschnittslänge unmerkbar wird. Auf gröfsere Genauigkeit der Resultate als 0,1 mm darf man nämlich, wie oben gezeigt, wegen des weniger regelmäfsigen Ganges des Kymographen keine Rechnung machen.

Im folgenden ist die Geschwindigkeit des Herzschlags überall durch die gemessenen Pulslängen angegeben. Da die Umdrehungsgeschwindigkeit des

Cylinders bekannt ist, läfst sich hieraus leicht berechnen, wie viele Pulse pro Minute jeder Pulslänge entsprechen. Untenstehende Tabelle gibt eine Übersicht hierüber:

mm Pulslänge	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
Anzahl pro Min.	120	103	90	80	72	65	60	55	51	48

Die Reproduktion des Materials. Bei der Reproduktion der Tafeln wäre es gewifs in allen Beziehungen wünschenswert gewesen, dafs es sich hätte thun lassen, nach den Originaltafeln photographische Negative aufzunehmen und diese zur Ätzung direkt auf Zink zu kopieren. Dies erwies sich indes als unmöglich. Da ich es prinzipiell für am besten halte, mit derselben V-P nicht mehrere gleichartige Versuche nacheinander anzustellen, und mich deswegen immer bestrebte, in das Werk des einzelnen Tages möglichst grofse Variation zu bringen, so folgt hieraus, dafs diejenigen Kurven, welche von gleichartigen Versuchen herrühren und zusammengestellt werden sollen, in den Originaltafeln umher zerstreut zu finden sind. Wollte man nun in den reproduzierten Tafeln eine solche chaotische Verwirrung nicht beibehalten, die den Gebrauch der Tafeln notwendigerweise äufserst schwierig machen müfste, so war dies nur dadurch zu vermeiden, dafs man die Kurven Strecke für Strecke photographierte, und aus allen diesen kleinen Negativen mufste man dann auf beste Weise gröfsere Tafeln zusammenstellen. Dieses Verfahren wäre äufserst weitläufig und kostspielig geworden; hätte es sich aber durchführen lassen, so wäre dies geschehen. Es zeigte sich indes, dafs grofse Teile der Tafeln und häufig gerade die besten Kurvenstrecken so leicht berufst waren, dafs sich keine photographischen Negative danach aufnehmen liefsen. Jedenfalls hätten diese Negative einer sehr eingreifenden Retouche unterworfen werden müssen, wodurch alle die Fehler, die man durch Benutzung der Photographie vermeiden wollte, wieder zum Vorschein gekommen wären.

Da photographische Genauigkeit also doch nicht zu erzielen war, zog ich es vor, die zur Zinkätzung notwendigen Negative mittels Kalkierung der Kurven auf

Gelatineplatten herzustellen. Spannt man eine dünne und klare Gelatineplatte über die Kurventafeln aus, so kann man mittels einer stählernen Nadel von geeigneter Form die Kurven leicht in die Gelatine gravieren und zwar mit solcher Genauigkeit, dafs die Abweichung der Kopie vom Original sich nur unter der Lupe erblicken läfst. Bei diesem Verfahren ist man vollständig Herr darüber, welche Kurven die einzelne Tafel enthalten wird, und zugleich erreicht man eine viel mehr ökonomische Anwendung des Raumes, was wegen der Kostspieligkeit der Zinkätzung nicht ganz ohne Bedeutung ist. Endlich kann man den Fehler korrigieren, der davon herrührt, dafs die Spitzen der Schreibhebel ursprünglich nicht in einer geraden Linie übereinander lagen. Während der Versuche ist eine mathematisch genaue Einstellung nach der Schnur fast unmöglich, und es liegt auch kein Grund vor, grofse Sorgfalt an die Herstellung einer solchen zu wenden, da man aus den Tafeln stets zu sehen vermag, wieviel die eine Spitze vor jeder der andern voran oder hinter ihr zurück gewesen ist. Diese Abweichung ist nur dann zu korrigieren, wenn man die korrespondierenden Punkte der zusammengehörenden Kurven sucht. Beim Gravieren ist es nun sehr leicht, eine solche Verschiebung der Kurven in ihrem gegenseitigen Verhältnisse auszuführen, dafs die korrespondierenden Punkte an der Ausgangsstellung der Schreibhebel in die nämliche senkrechte Linie fallen, und dies ist überall geschehen.

Die gravierten Gelatineplatten werden durch Einreiben mit Ölfarbe in photographische Negative verwandelt. Hierzu gebrauchte ich eine Mischung von fast gleich vielen Raumteilen Elfenbeinschwarz und Zinnober. Die Farbe setzt sich in allen eingeritzten Strichen ab, und das Überflüssige wird durch sanftes Abtrocknen mit einem weichen seidenen Lappen von dem übrigen Teil der Platte entfernt. Hierauf wird die Platte mit trockenem, sehr fein pulverisiertem Zinnober leicht eingerieben, einige Stunden lang zum Trocknen hingelegt und läfst sich dann durch Abreiben mit weichen Lappen vollständig reinigen. Alle eingeritzten Linien stehen nun dunkel schokoladebraun auf völlig klarem Grunde, und diese farbigen Linien sind dem

Lichte mehr undurchdringlich als irgend eine auf photographischem Wege hervorgerufene Zeichnung; sie eignen sich deshalb vorzüglich zur Anwendung als photographische Negative, da ein Überexponieren beim späteren Kopieren fast unmöglich ist. Da die Zeichnung, von der Seite des Bildes gesehen, positiv dasteht wie die Originale, bedürfen die gravierten Negative keines Übertragungspapiers als Mittelglied, sondern können direkt auf Zinkplatten kopiert werden. Diese Übertragung ist mit Hilfe der sogenannten kalten Emaillemethode geschehen, die sehr leicht auszuführen ist, aufserordentlich scharfe Linien gibt und eine sehr starke Ätzung ohne Verstärkung des lichtempfindlichen Häutchens gestattet.

Da die Genauigkeit der reproduzierten Tafeln und deren Übereinstimmung mit den Originalen dem Angeführten zufolge ausschliefslich auf der Gewissenhaftigkeit beruhen, mit welcher die Gelatineplatten graviert werden, habe ich diese Arbeit persönlich ausgeführt. Ich kann deshalb verbürgen, dafs bedeutende Fehler in den Reproduktionen nicht vorkommen. Natürlich ist es nicht zu vermeiden, dafs man dann und wann eine falsche Linie zieht; da dergleichen Fehlzeichnungen sich aber leicht vor dem Ätzen von den Zinktafeln wegretouchieren lassen, werden sie jedenfalls nur da vorkommen, wo man die Retouche zu unternehmen vergessen hat. Schliefslich mufs ich hinzufügen, dafs das gebrauchte Verfahren an sich einen Fehler herbeiführt, der jedoch ebenso unbedeutend wie unvermeidlich ist. Die Gelatineplatten sind nämlich sehr hygroskopisch; sie dehnen sich bei feuchtem Wetter aus und ziehen sich zusammen, wenn die Luft sehr trocken ist. Werden sie also nicht unter eben denselben Feuchtigkeitsverhältnissen, unter welchen sie gezeichnet sind, auf Zink kopiert, so wird die Gröfse der ganzen Tafel nicht absolut genau werden. Um die Gröfse dieses Fehlers zu bestimmen, habe ich zu wiederholten Malen die Tafeln bei sehr trockenem und sehr feuchtem Wetter gemessen; der gröfste beobachtete Unterschied beträgt indes nur 1 mm auf 300 mm und ist als unwesentlich zu betrachten, da die Tafeln aus anderen Gründen keine gröfsere Genauigkeit als 0,1 mm geben.

Die Ordnung der Kurven. Bevor wir nun zur Betrachtung der Versuchsresultate schreiten, werden einige allgemeine Bemerkungen über die Ordnung der Kurven auf den Tafeln am Platze sein. Alle Kurven sind von links nach rechts zu lesen. In jeder Reihe zusammengehörender Kurven steht die Respirationskurve zu oberst, das Plethysmogramm zu unterst, zwischen beiden das Sphygmogramm, das indes nur selten mitgenommen ist. Der innere Abstand zwischen den Kurven ist nur durch Rücksicht auf den Raum bestimmt und folglich ohne Bedeutung. Als relative Nulllinie des Plethysmogramms dient die wagerechte Linie, welche die einzelnen Kurvenreihen trennt. Dies ist nicht unwesentlich in den ziemlich zahlreichen Fällen, wo die Kurven in mehreren aufeinander folgenden Reihen fortgesetzt werden. Ist die untere Reihe eine unmittelbare Fortsetzung der oberen, so mufs also der Abstand des Plethysmogrammes von der Nulllinie zu Anfang der unteren Reihe genau derselbe sein wie am Schlusse der vorhergehenden. Und ist zwischen den beiden Reihen eine gewisse Zeit verstrichen, wird man also aus der Lage der Plethysmogramme zur Nulllinie in den beiden Reihen ersehen können, in welcher Richtung das Volumen sich während der zwischenliegenden Zeit verändert hat. Die Nulllinie hat indes nicht immer ihre richtige Lage; bei dem Übergang aus einer Kurvenreihe in die folgende ist sie nicht selten verschoben worden, entweder gehoben — um eine grofse leere Fläche zu vermeiden, oder gesenkt — um zu verhindern, dafs das Plethysmogramm unter die Nulllinie ging. Überall aber, wo eine Verschiebung stattgefunden hat, ist deren Gröfse nebst Vorzeichen auf der Nulllinie links angegeben. So bezeichnet + 9 (siehe Tab. II, B), dafs die Nulllinie 9 mm gehoben worden ist; wäre also die Nulllinie der Tab. II, A mit unveränderter Lage zum Plethysmogramm in der Reihe B fortgesetzt worden, so hätte sie 9 mm tiefer liegen müssen. Aus dieser Angabe sieht man also, in welcher Richtung das Volumen während der 3 zwischen Ende A und Anfang B verflossenen Minuten Schwankungen erlitten hat (siehe hierüber unten). Analog bezeichnet — 2 auf der

Nulllinie Tab. IV, D, dafs die Linie hier um 2 mm gesenkt worden ist.

In betreff der einzelnen Kurven ist noch folgendes zu bemerken. In der Respirationskurve ist die Inspiration durch ein Steigen, die Exspiration durch ein Sinken wiedergegeben. In den Plethysmogrammen, wo die Pulslängen gemessen sind, wurden am Gipfel derjenigen Pulsschläge, mit welchen eine neue Phase beginnt, kleine Buchstaben angebracht (siehe z. B. Tab. II, C). Messungen sind überall rücksichtlich der Gruppen a—b, b—c u. s. w. unternommen, und die für jede dieser Gruppen angegebenen Zahlenwerte bezeichnen die Durchschnittslänge der Pulse innerhalb jeder Gruppe. Selbstverständlich sind die Gruppen vom Anfang des Pulses a bis zum Anfang des Pulses b u. s. w. gemessen, nicht aber zwischen den Gipfeln, wo die Buchstaben stehen, weil sie hier mehr in die Augen fallen. — Endlich finden sich auf der Nulllinie Zeichen (siehe z. B. Tab. IV, A und B), welche die charakteristischen Momente, den Anfang oder das Aufhören eines Reizes u. dgl. angeben. Ein Hinweis im Texte auf einen solchen Punkt wird durch das Zeichen N geschehen; kommen auf einer Nulllinie mehrere Zeichen vor, so sind sie durch fortlaufende Zahlen angegeben (z. B. Tab. VI, A), und der Hinweis im Texte geschieht dann durch N1, N2 u. s. w.

Es trifft während der Versuche natürlich häufig ein, dafs eine Zone des Cylinders oder sogar der ganze Cylinder ausgeschrieben ist, bevor das einzelne Experiment beendigt wird. In diesem Falle mufs der Cylinder umgestellt oder ein neuer eingesetzt werden, weshalb in den Aufzeichnungen unvermeidlich eine kürzere oder längere Stockung eintritt. Wo zwei durch eine solche Stockung getrennte Kurvenstrecken auf den Tafeln in eine einzelne Reihe zusammengestellt sind, wurden sie durch eine senkrechte Linie geschieden, auf welcher die Dauer der Stockung angegeben ist (siehe z. B. Tab. III, A).

DER NORMALZUSTAND.

In einem Plethysmogramm, an einem Menschen genommen, der wenigstens dem Anschein nach sowohl in psychischer als in physischer Beziehung völlig ruhig ist, wird man häufig — jedoch keineswegs immer — Volumschwankungen erblicken, denen sich eine äufsere Ursache überhaupt nicht nachweisen läfst. Mosso[1] hat es versucht, aus der Form dieser Oszillationen und Undulationen deren physiologische Ursachen, Veränderungen der Geschwindigkeit des Herzschlags, Kontraktionen und Dilatationen der Gefäfse, zu bestimmen, gibt übrigens aber zu, dafs eine solche Bestimmung nicht in allen Fällen möglich sei. Mit Bezug auf die folgenden Versuche ist es offenbar von gröfster Bedeutung, dafs wir vor allen Dingen die Erklärung dieser spontanen Volumveränderungen finden, weil es sonst schwer oder geradezu unmöglich zu entscheiden sein kann, ob eine gegebene Volumveränderung durch den angewandten äufseren Reiz verursacht wird oder möglicherweise spontan ist, so dafs sie entstanden sein würde, auch wenn der Reiz gar nicht stattgefunden hätte. Diese Schwierigkeit ist von verschiedenen Forschern gefühlt worden und hat grofse Irrtümer veranlafst[2]. Bei der Untersuchung der Undulationen — so können wir alle scheinbar spontanen Volumveränderungen mit einem einzigen Namen bezeichnen — sind wir doch etwas günstiger gestellt als Mosso. Für uns handelt es sich nämlich nicht um den Nachweis der schwer zugänglichen physiologischen Ursachen, sondern nur um die Bestimmung der allgemeinen Bedingungen, unter welchen Undulationen überhaupt entstehen. Sie kommen, wie gesagt, keineswegs stets bei einem normalen ruhigen Menschen vor; es mufs also möglich sein, die ihr Auftreten bedingenden Umstände zu finden. Und kennen wir erst diese, so haben wir alles, was erforderlich ist, um zu entscheiden, ob eine gegebene Volumver-

---

[1] Mosso, Über den Kreislauf des Blutes. Leipzig 1881. S. 104 u. f.

[2] Shields: The effect of odours etc. upon the blood flow. Baltimore 1896. S. 15.

änderung spontan ist oder nicht. Um diese Verhältnisse zu erhellen, beginnen wir also damit, eine Reihe unter verschiedenen Umständen genommener Normalkurven durchzugehen.

Tab. II, A. $^{3}/_{10}$ 95 ab. Ly.[1] normal, anscheinend ruhig.

Es zeigt sich hier eine eigentümliche Form von Undulationen mit jähen Senkungen und sanften Steigungen. Diese Undulationen sind denjenigen Volumveränderungen auffallend ähnlich, welche während Denkthätigkeit irgend einer Art eintreten. Man könnte deshalb zu dem Glauben versucht werden, die V-P sei nicht völlig »gedankenleer« gewesen, sondern habe unwissentlich irgend einen Gedanken verfolgt. Sicher ist es, dafs Undulationen dieser Art niemals unter Verhältnissen auftreten, wo Denkarbeit ausgeschlossen ist, z. B. nicht während einer Hypnose.

Tab. II, B. $^{3}/_{10}$ 95 ab. Ly. 3 Min. später als A genommen; die V-P war inzwischen hypnotisiert worden und befand sich nun in sehr leichter Hypnose.

Hier sind die jähen Schwankungen fast gänzlich weggefallen. — An einem und demselben Individuum kann man indes auch eine ganz andere Undulationsform erblicken, mit Senkungen, die ebenso sanft sind wie die hinterherfolgenden Steigungen; so z. B.:

Tab. II, C. $^{17}/_{10}$ 95 ab. Ly. normal, anscheinend ruhig.

Dafs die V-P doch auch hier sich nicht in völliger psychischer Ruhe befand, ist zweifellos, und der Beweis wurde während des nämlichen Versuches geführt. Die Kurve ist, kurz bevor die V-P hypnotisiert wurde, genommen; während der Hypnose wurden verschiedene Versuche angestellt, und die V-P erhielt den Befehl, sich nach dem Erwachen wohl zu befinden und sich völlig ruhig zu verhalten, namentlich an durchaus

---

[1] Bei jeder Kurvenreihe wird aufser dem Datum und der Jahreszahl zugleich die Tageszeit angegeben, nämlich vorm. vor 12 Uhr mittags; nachm. zwischen 12 und 4 und ab. nach 6 Uhr. Hierdurch ist das Verhältnis zu den beiden Hauptmahlzeiten des Tages, die erfahrungsgemäfs stark auf die Pulshöhe etc. influieren, hinlänglich bestimmt. Nach der Zeit ist der Name der Versuchsperson angegeben, nur durch ein paar einzelne Buchstaben (Ly., Kl., P. L. u. s. w.).

nichts zu denken. Unmittelbar nach dem Erwachen wurde nun genommen:

Tab. II, D. $^{17}/_{10}$ 95 ab. Ly. ungefähr 10 Min. später als C.

Nur eben gegen Schlufs ist hier eine kleine Schwankung der Kurve zu sehen, sonst sind alle Undulationen auf ein Minimum reduziert, wie es nach der gegebenen Suggestion zu erwarten stand. Es ist indes nicht notwendig, so kräftige Mittel wie eine posthypnotische Suggestion zu ergreifen, um völlige Ruhe zu schaffen; bei vielen Individuen tritt diese von selbst ein, bei Ly. ist sie allerdings aber selten und erscheint nur unter aufsergewöhnlichen Verhältnissen. Ein Beispiel hiervon geben uns die beiden folgenden Kurvenreihen.

Tab. III, A u. B. $^{26}/_{9}$ 95 ab. Ly. normal nach einigen leichten Rechenaufgaben. Bei | war eine Zone des Cylinders ausgeschrieben; die V-P machte die Bemerkung, ihr sei schläfrig, worauf geantwortet wurde: »Nun, so schlafen Sie.« Gleich darauf wurde der Cylinder in Gang gesetzt; der Schlufs von A zeigt die aufgenommene Kurve, die sich Tab. III, B unmittelbar fortsetzt. Zum Schlafen kam es nicht, die V-P ist nur ruhiger geworden, was der Vergleich von Anfang A mit Anfang B deutlich zeigt. Aufserdem wird sowohl der Herzschlag als das Atmen langsamer. Die Messung ergibt:

Phase . . .	a-b	c-d	d-e	e-f
Pulslänge .	5,2	5,7	5,5	4,8
Atmung . .	15,4	16,5	16,0	14,5

Ungefähr bei e begann eine Spieldose zu schnurren, was gewifs die Ursache der hier erscheinenden Volumveränderung ist, bei |¯| fing sie zu spielen an. Von diesem Umstand sehen wir hier ab; vorläufig hat die Kurve nur Interesse, weil sie relative Ruhe anzeigt, wo die früheren Undulationen fehlen. Dagegen treten hier schwache Respirationsoszillationen hervor; die Kurve hat bei jeder Respirationspause ein relatives Maximum und ein Minimum am Schlusse der Inspiration. Während eine solche undulationslose Kurve bei Ly. zu den Ausnahmen gehört, ist sie bei anderen sehr allgemein; so z. B.:

Tab. III, C. $^{17}/_{5}$ 95 nachm. Dr. N. normal, ruhig. Hier sind nur schwache Andeutungen sanfter Undulationen. Etwas mehr hervortretend zeigen diese sich:

Tab. III, D. $^{3}/_{10}$ 95 ab. Dr. N. Normalkurve nach verschiedenen Versuchen.

Gegen Ende tritt hier zugleich eine der jähen Schwankungen auf. Wie leicht und schnell das Plethysmogramm von allen Undulationen befreit werden kann, sogar nach einem gewaltigen und eingreifenden Reize, ist aus den vier folgenden Kurvenreihen zu ersehen.

Tab. IV, A—D. $^{17}/_{5}$ 95 nachm. Dr. N. Bei N in A begann das Einatmen von Stickstoffoxydul, das bis N in B fortgesetzt wurde; B ist die unmittelbare Fortsetzung von A. Das Einatmen von dieser Dauer genügte, um während weniger Sekunden bei der V-P vollständige Analgesie zu erzeugen. Während des Einatmens sieht man sehr tiefe Atemzüge, die im Plethysmogramme stark markierte Respirationsoszillationen hervorrufen. Zu bemerken ist indes, dafs der Arm hier nicht völlig fest lag, so dafs er sich im Plethysmographen hin und her schob; dies ist wahrscheinlich die Ursache, weshalb die Respirationsoszillationen hier ihr Maximum beim Inspirationsmaximum und nicht, wie sonst, bei der Respirationspause haben. – Zwischen B und C sind nur 5 Sek. verflossen, indem der Cylinder hier umgestellt werden mufste; D ist die Fortsetzung von C nach Verlauf von ungefähr 1 Min.

Dieser ganze Versuch zeigt uns erstens, dafs die Respirationsoszillationen nur bei sehr tiefen Atemzügen auftreten, und ferner sieht man, dafs die Kurve schon ein paar Minuten nach einem ziemlich eingreifenden, physische und psychische Veränderungen erzeugenden Reize völlig undulationslos ist. Aus den angeführten Beispielen geht also hervor, dafs in einem Plethysmogramm, das an einer V-P in anscheinend physischer und psychischer Ruhe genommen ist, wenigstens drei verschiedene Formen von Undulationen auftreten können, nämlich 1) mit der Respiration synchrone Oszillationen, 2) sanfte und 3) jähe Undulationen, die in keiner Beziehung zur Respiration stehen. Wir werden nun im folgenden zu erläutern suchen, wann diese ver-

schiedenen Formen von Schwankungen entstehen, und machen den Anfang mit den Respirationsoszillationen, deren physiologische Ursache nicht zweifelhaft sein kann.

Die Respirationsoszillationen. Diese lassen sich systematisch untersuchen, indem die V-P die Tiefe und Dauer des Atemholens willkürlich zu variieren vermag, wodurch sich allenfalls die Abhängigkeit von der Form des Atmens feststellen läfst. Versuche dieser Art habe ich öfters angestellt; um mich davor zu sichern, dafs die Oszillationen durch unwillkürliche Bewegungen des Arms verstärkt oder verdeckt würden, wurde dieser vor dem Versuche im Plethysmographen so fest gespannt, dafs die V-P nicht einmal mit der gröfsten Anstrengung im stande war, irgend eine willkürliche Bewegung mit dem Arm auszuführen. Individuelle Eigentümlichkeiten der Respirationsoszillationen habe ich nicht bemerkt; ich beschränke mich deshalb auf die Wiedergabe einer einzelnen Versuchsreihe.

Tab. V, A—C. $^{1}/_{10}$ 96 nachm. P. L. Der Einflufs willkürlicher Variationen des Atmens auf das Armvolumen.

A zeigt vier aufeinanderfolgende sehr tiefe und lange Respirationen, welche deutliche Oszillationen des Volumens erzeugen. Vom Anfang der Exspiration an sinkt das Volumen mit sehr langen und hohen Pulsen; dieses Sinken dauert bis ungefähr zur Mitte der Inspiration, wo das Volumen wieder mit einer Reihe geschwinder und niedriger Pulse steigt. Die Steigung erreicht ihren Gipfel gegen Ende der Inspiration, worauf das Sinken seinen Anfang nimmt. Dies gilt doch nur von sehr langsamen Respirationsbewegungen; sowohl zu Anfang als am Ende der Reihe A kommt ein kürzerer Atemzug von ungefähr normaler Dauer vor, dessen entsprechende Oszillationen eine andere Form haben, welche häufiger unter normalen Verhältnissen bemerkt wird. Hier trifft die Senkung mit der Inspiration, die Steigung mit der Exspiration zusammen, so dafs die beiden Kurven in entgegengesetzten Richtungen schwingen. Der Anfang der Reihe B, die eine unmittelbare Fortsetzung von A ist, zeigt dasselbe

Verhalten, wenn auch weniger ausgeprägt. Bei den darauffolgenden, forciert geschwinden und oberflächlichen Respirationen fallen alle Oszillationen weg; dies findet seinen Grund natürlich darin, dafs auf jeden Atemzug wohl kaum mehr als ein oder zwei Pulse kommen. Das Ende von B zeigt einen langen und tiefen Atemzug mit Stillstand während der Inspiration; hier hat die Oszillation die nämliche Form, wenngleich weniger entschieden, wie während der langen Respirationen in der Reihe A. Endlich zeigt die Reihe C aufser einigen normalen Respirationen verschiedenen Umfangs einen längeren Stillstand während der Exspirationspause. Hier sinkt das Volumen fortwährend, erst stark, später schwach, und steigt nicht eher wieder als während der folgenden Inspiration.

Der Versuch gibt uns offenbar die Lehre, dafs die Oszillationen um so entschiedener werden, je langsamer und tiefer die Respiration ist; bei geschwinden und oberflächlichen Atemzügen, während deren das Herz nur einige einzelne Kontraktionen ausführt, werden die Oszillationen gewöhnlich wegfallen. Beobachtungen an anderen Individuen bestätigen diese Regel.

Tab. V, D. $^{29}/_{9}$ 96 vorm. A. L. normal, ruhig.

Diese Kurve, die für die betreffende V-P in völliger Ruhe typisch ist, zeigt kaum eine Spur von Oszillationen, hier fallen aber auch nicht mehr als durchschnittlich 3 Pulsschläge auf jeden Atemzug. Wird dagegen aus irgend einem Grunde der Puls geschwinder, so werden auch die Oszillationen zu erscheinen beginnen, selbst wenn die Atmung nicht langsamer wird. Dies zeigt sich entschieden:

Tab. V, E. $^{1}/_{10}$ 96 nachm. A. L. spontan eintretende psychische Unruhe.

Hier ist es sicherlich nicht der Umstand allein, dafs der Puls geschwinder wird, der die Respirationsoszillationen erzeugt. Später werde ich nachweisen, dafs gewisse Stimmungen und Affekte stets durch das Auftreten der Oszillationen charakterisiert sind; dafs sie sich hier in der Kurve V, E zeigen, rührt deshalb wahrscheinlich von den durch die Stimmung verursachten, mehr eingreifenden organischen Veränderungen her.

Aufser der Tiefe und Dauer des Atmens und der Geschwindigkeit des Pulses gibt es indes noch andere Faktoren, die auf das Erscheinen der Oszillationen influieren können. Hierzu gehört in erster Linie wahrscheinlich der Zustand der Gefäfse. Wenn man Wärme oder Kälte auf den Organismus wirken läfst, so vermag man in grofsem Umfang die Spannung der Gefäfse und somit die Höhe der Pulse im Plethysmogramm zu verändern; es zeigt sich, dafs auch die Gröfse der Oszillationen hiermit variiert. Zur Erhellung dieser Verhältnisse gebe ich ein paar ausführliche Versuchsreihen wieder. Die Versuche wurden dergestalt ausgeführt, dafs die V-P den Fufs in einem weiten Stiefel von Metallblech mit hölzernem Boden anbrachte. In diesen Stiefel konnte man von oben Wasser von verschiedener Temperatur gieſsen; unten war ein Abflufsrohr, durch welches das im Stiefel stehende Wasser schnell abfliefsen konnte. Hielt man das Rohr offen, während oben Wasser eingegossen wurde, so erreichte man eine intensivere, aber kürzer dauernde Wirkung, indem das Wasser den Stiefel durchflofs und sogleich ablief.

Tab. VI, A—D und VII, A—C. $^{10}/_{12}$ 95 ab. Dr. H. Wirkung von Wärme und Kälte.

Wir gehen nun die Einzelheiten dieser Kurven durch. Die V-P safs anfänglich mit dem Fufs in Wasser von 35° C.; bei ℕ 1 in A flofs dieses Wasser ab, so dafs der nasse Fufs nun von der verhältnismäfsig kälteren (18° C.) Luft umgeben war. Die hieraus resultierende Kälteempfindung verschwand bei ℕ 2. Vergleicht man den Anfang von A mit der Mitte, so sieht man, dafs die Oszillationen verschwinden, während die Pulshöhe kleiner wird. Bei ℕ 3 wurde Wasser von 10° C. in den Stiefel gegossen. Die starke Abkühlung erzeugt einen Chok, eine plötzliche unwillkürliche Muskelbewegung, die sowohl in der Respirations-, als in der Volumenkurve zu sehen ist; darauf folgt eine Reihe tiefer Atemzüge, die Pulse werden noch kleiner, es zeigen sich schwache Oszillationen. Gegen die Mitte von B, die eine unmittelbare Fortsetzung von A ist, verliert sich diese Wirkung. Bei ℕ 1 flofs das kalte Wasser aus dem Stiefel ab, was doch nicht sofort eine wesentliche Veränderung des Plethysmogramms herbei-

führte. Es wurde nun wieder Wasser von 35° in den Stiefel gebracht, und die V-P erhielt eine Zeitlang Ruhe, damit der Normalzustand sich einstellte. Ungefähr 2 Min. nach Ende von B wurde C genommen. Der Puls ist höher geworden, die Oszillationen sind zweifelhaft, es finden sich dagegen lange Undulationen, die wohl kaum von der Respiration abhängig sind. Ungefähr da, wo die letzte starke Volumsenkung in der Kurve zu sehen ist, begann das Wasser aus dem Stiefel zu laufen. D ist die unmittelbare Fortsetzung von C; bei ⅄ wurde Wasser von 45° in den Stiefel gegossen. Dies erzeugte augenblicklich eine unangenehme Empfindung des Verbrühens, die sich jedoch gleich wieder verlor; die Nachwirkung läfst sich in einer sehr unregelmäfsigen, zum Teil tiefen Atmung spüren, die im Verein mit hohen Pulsen deutliche Oszillationen erzeugt.

Das heifse Wasser blieb um den Fufs stehen. Ungefähr 1 Min. später wurde VII, A genommen. Hier zeigt sich die andauernde Wirkung der Wärme durch sehr hohe Pulse, die Oszillationen sind, anfangs wenigstens, hervortretend, werden später aber durch andere Undulationen verdeckt. (Die Lage der Nulllinie in ihrer Beziehung zu derjenigen der Tab. VI ist hier unbestimmt, da die Verbindung zwischen den Apparaten und den Schreibhebeln mittlerweile eine Unterbrechung erlitten hatte). B gibt die Situation 4 Min. später. Das warme Wasser war die ganze Zeit hindurch im Stiefel geblieben, wurde aber entfernt, kurz bevor B entstand. Bei ⅄ wurde wieder Wasser von 10° eingegossen; die Wirkung ist aufser einer geringen Volumverminderung zunächst ein sehr unregelmäfsiges Atmen, das nur anfangs, wo es besonders tief ist, im Plethysmogramm eine Oszillation hervorbringt. 2 Min. später ist C genommen. Das kalte Wasser hatte fortwährend den Fufs umgeben und wurde nun bei ⅄ fortgeschafft. Die Reaktion nach der Abkühlung bewirkt starke Volumsteigung mit hohen Pulsen und deutlichen Oszillationen.

Der Versuch in seiner Gesamtheit ist wohl nicht recht gelungen, teils weil hier fortwährend Undulationen anderer Art auftreten, welche die Oszillationen zum

Teil verdecken, teils weil die Blutgefäfse wegen allzu langer Einwirkung der Wärme und Kälte wahrscheinlich etwas von ihrer Beweglichkeit verloren haben. Ich wiederholte deshalb häufig dieses Experiment mit kürzeren Einwirkungen, welche den charakteristischen Einflufs der Wärme und Kälte auf das Volumen deutlicher hervortreten lassen. Rücksichtlich des Auftretens der Respirationsoszillationen wird das Resultat aber immer das nämliche; diese erscheinen nur, wenn die Pulse sehr hoch werden, vorausgesetzt natürlich, dafs die Atmung ihre normale Tiefe behält, da sehr tiefe und lange Atemzüge stets Oszillationen hervorzurufen vermögen. Zur näheren Beleuchtung sei noch einer dieser Versuche wiedergegeben.

Tab. VII, D und VIII, A—D. $^{3}/_{12}$ 96 nachm. P. L. Wirkung von Wärme und Kälte; das Plethysmogramm ist am linken Arm genommen.

Der Versuch fängt ebenso wie der vorige damit an, dafs die V-P mit dem Fufs in Wasser von 35° sitzt. Bei ℕ 1 in VII, D flofs das Wasser ab, bei ℕ 2 zeigte die V-P an, dafs sie eine deutliche Kälteempfindung spürte. Diese bewirkte eine so bedeutende Volumsenkung, dafs das Müllersche Ventil mehrmals in Thätigkeit trat, was durch die kleinen Unregelmäfsigkeiten der Kurve ersichtlich ist. Bei ℕ 3 wurde kaltes Wasser, 6°, in den Stiefel gegossen; die Abflufsröhre war geöffnet, so dafs das Wasser nur eben durchlief. Das Aufgiefsen dauerte ununterbrochen bis ℕ 4 in VIII, A, die VII, D unmittelbar fortsetzt. Man sieht, dafs das Volumen immer mehr abnimmt, auch nachdem das Aufgiefsen kalten Wassers aufgehört hat; solange nämlich das Müllersche Ventil funktionierte, ebensolange senkte sich das Volumen. Zum letztenmal erblickt man diese Wirkung des Ventils in demjenigen Pulse, welcher eben vor g steht, hierauf steigt das Volumen allmählich an. Bei ℕ 5 hörte der durch die Kälte verursachte Schmerz auf, und nun steigt das Volumen schnell; die Kurve B gibt die Fortsetzung ungefähr 7 Sek. später. Das Volumen ist hier bedeutend gestiegen, und die Pulse sind viel höher. Weder in der vorhergehenden, noch in dieser Kurve finden sich jedoch Spuren von Oszillationen. Bei ℕ 1

in B wurde Wasser von 44° in den Stiefel gegossen, und dieses blieb während der ganzen folgenden Aufzeichnung stehen. N 2 zeigt an, dafs einen Augenblick ein geringer Wärmeschmerz empfunden wurde; auf diesen Moment folgt eine starke Volumsenkung, die sich indes bald verliert. In der Kurve C, der unmittelbaren Fortsetzung von B, steigt das Volumen stark mit grofsen Pulsen, und hier zeigen sich die Oszillationen schwach am Schlusse von C. Die Aufzeichnungen während der nächsten 30 Sek. sind weggelassen; hier geht die Kurve ein wenig abwärts; darauf folgt D. Von der Mitte an, wo die Kurve aufs neue mit sehr grofsen Pulshöhen ansteigt, werden auch die Oszillationen sichtbar, obschon die Respiration hier nur wenig tief ist.

Es ist indes nicht allein das direkte Einwirken der Wärme oder Aufhören der Kälte, das im Plethysmogramme Respirationsoszillationen erzeugt, indem die Pulse höher werden. Wir wollen uns jetzt nicht länger dabei aufhalten, im Folgenden wird sich aber reichliche Gelegenheit darbieten, zu sehen, dafs dasselbe jedesmal eintritt, wenn die Höhe der Pulse merkbar steigt, ganz ohne Rücksicht darauf, welcher äufsere Reiz dies verursachen möchte. Es braucht auch nicht notwendigerweise eine äufsere Ursache zu sein; auch innere, psychophysiologische Verhältnisse können die Pulshöhe steigern und mithin Oszillationen hervorrufen. Dies geschieht z. B. bei jedem Übergang aus Wachen in Schlafen. Im Folgenden, in den Tab. XI—XIV, werden wir bald Beweise hiervon sehen. Höchst eigentümlich ist es indes, dafs gewisse psychische Zustände stark markierte Oszillationen hervorbringen, trotzdem die Höhe der Pulse weit unter der Norm des betreffenden Individuums ist. Ein Beispiel in dieser Beziehung gab bereits Tab. V, E; während einer spontan entstehenden unruhigen Stimmung werden hier die Pulshöhen kleiner (von dem 6. Pulsschlag an zu zählen), und gerade hiermit treten die Oszillationen hervor. Es ist nicht schwer, noch mehr Beispiele hiervon zu beschaffen, denn es ist sehr selten, dass jemand, der zum erstenmal als V-P Dienst leistet, völlig normales Gleichgewicht des Gemüts besitzt. Und die Unruhe oder Furcht, welche die Applikation

der Apparate mit sich bringt, gibt sich stets durch Pulse von subnormaler Höhe und Respirationsoszillationen zu erkennen. Darum hört aber keineswegs die Gültigkeit der allgemeinen Regel auf: dafs die Oszillationen um so hervortretender werden, je höher die Pulse sind. Denn wenn die Stimmung sich zu verlieren anfängt, wachsen die Pulshöhen, mithin auch die Oszillationen. Ein vorzügliches Beispiel hiervon gibt:

Tab. IX, A – C. $^{17}/_{9}$ 96 nachm. Dr. B. unruhig, weil er zum erstenmal als Versuchsobjekt bethätigt war. Das Plethysmogramm vom linken Arm.

Die Kurve A zeigt deutliche Oszillationen; in B, die 1 Min. später genommen ist, ohne dafs in der Zwischenzeit ein besonderes Experiment gemacht wäre, steigen die Pulshöhen, indem die Furcht zu schwinden beginnt. Damit werden auch die Oszillationen stärker. C zeigt den Zustand nach mehreren verschiedenen Versuchen einige Minuten später. Die Stimmung ist fast verschwunden, grofse Pulshöhen und gewaltige Oszillationen. Die Lage der Nulllinie in ihrer Beziehung zu B ist unbestimmt, da die Leitung in der Zwischenzeit eine Unterbrechung erlitten hatte.

Noch eine Stimmung wollen wir im Folgenden zum Gegenstand näherer Untersuchung machen, die »Spannung« nämlich, die gespannte Erwartung. Diese ist konstant durch sehr niedrige Pulshöhen und kaum merkbare Respirationsoszillationen charakterisiert. Ist der Affekt kein allzu gewaltiger, so wird er leicht durch schwache Reize aufgehoben, welche die V-P veranlassen, die Aufmerksamkeit auf irgend etwas Bestimmtes zu konzentrieren; das Aufhören der Spannung erweist sich dadurch, dafs das Volumen ein wenig anwächst und die Pulshöhen viel gröfser werden. Dann treten auch die Oszillationen ein. Ein gutes Beispiel hiervon ist wiedergegeben:

Tab. IX, D. $^{15}/_{4}$ 96 nachm. P. L. »Spannung«, durch schwache Flötentöne aufgehoben.

Der Zeitpunkt und die Dauer der Reize sind durch die auf der Nulllinie angebrachten ⌐|1 und ⌐|2 bezeichnet. Wir halten uns hier nicht bei dem Umstand auf, dafs die Volumveränderung nicht gleichzeitig mit dem Reize, sondern erst etwas später eintritt; dies ist,

wie wir unten sehen werden, eine ziemlich konstante Erscheinung. Vorläufig interessiert uns nur die deutlich aus der Kurve hervorgehende Thatsache, dafs die Oszillationen eintreten, indem die Pulshöhe anwächst, ohne dafs die Atmung wesentliche Veränderung erlitten hätte.

Damit die Pulshöhen und somit auch die Oszillationen anwachsen, ist es übrigens gar nicht notwendig, dafs eine gewisse Stimmung aufhöre. Sobald die Pulshöhen steigen, einerlei, wie diese Veränderung hervorgebracht sein möge, werden auch die Oszillationen mehr hervortreten, selbst wenn die Stimmung ganz unverändert fortbesteht.

Tab. X, A. $^{10}/_{3}$ 96 nachm. A. L. stark deprimierte Stimmung infolge eines unangenehmen Ereignisses. Gegen die Mitte der Kurve ist die Aufzeichnung von 40 Sek. weggelassen, während welcher es versucht wurde, ob die Stimmung durch den Geruch des Heliotrops sich etwas besänftigen liefse.

Es liefs sich kein andrer Einflufs des angenehmen Geruchs nachweisen als der, dafs die Pulse ein wenig höher wurden; die Stimmung veränderte sich natürlich nicht im geringsten. Bei den höheren Pulsschlägen sieht man indes auch die Oszillationen gröfser werden.

Als Ergebnis dieser Betrachtungen können wir nun folgenden Satz aufstellen:

Die Respirationsoszillationen der Volumkurve sind erstens von der Tiefe und Dauer der Atmung abhängig, indem sie um so mehr hervortreten, je tiefer und länger die Respiration ist. Ferner sind sie von der Pulshöhe abhängig, indem jeder Zustand oder jedes Aufhören eines Zustandes, der eine Steigung der Pulshöhe mit sich bringt, zugleich die Oszillationen stärker hervortreten läfst. Endlich gibt es gewisse bestimmte Affektzustände, die Respirationsoszillationen erzeugen, trotzdem sie von subnormalen Pulshöhen begleitet werden[1].

---

[1] Es möchte wohl fast überflüssig sein, zu bemerken, dafs bei Individuen, die ich nicht untersucht habe, möglicherweise Abweichungen von dieser allgemeinen Regel vorkommen können. Dieselbe Bemerkung läfst sich natürlich an alle im Folgenden nachgewiesenen Gesetz-

Da die Respirationsoszillationen so leicht erkennbar sind, weil ihre Periode stets mit der der Respiration zusammentrifft, findet selten die Gefahr statt, dafs man eine Undulation dieser Art mit einer auf anderem Wege hervorgerufenen Volumveränderung verwechseln wird. Es möchte deshalb überflüssig scheinen, dafs wir die Bedingungen ihres Entstehens so sorgfältig zu erhellen gesucht haben. In diagnostischer Beziehung ist es jedoch von nicht geringer Bedeutung, diese Bedingungen zu kennen, weil man schon hierdurch ein Mittel besitzt, zu entscheiden, ob ein Individuum sich in völlig normalem Gleichgewicht des Gemüts befindet. Aus dem Vorhergehenden folgt nämlich:

Wenn in der Volumkurve einer bestimmten V-P Respirationsoszillationen stark hervortreten, ohne dafs das Atmen besonders tief oder lang ist, und ohne dafs ein äufserer Reiz (Wärme, Kälte u. s. w.) supernormale Pulshöhen erzeugt hat, so ist die V-P entweder schläfrig oder in Gemütsbewegung bestimmter Art. Unter solchen Verhältnissen angestellte Versuche werden also nicht rein, weil die V-P nicht als in normalem Gleichgewicht des Gemüts befindlich betrachtet werden kann.

Das jähe Sinken der Volumkurve. Es wurde bereits oben S. 41 nachgewiesen, dafs das jähe Sinken der Volumkurve nicht unter solchen Verhältnissen vorkommt, wo willkürliche Denkarbeit als ausgeschlossen zu betrachten ist. Es liegt deshalb die Vermutung nahe, dafs diese Undulationen die Folge psychischer Thätigkeit sind. Diese Ursache läfst sich mit Sicherheit offenbar nur mittels Selbstbeobachtung feststellen, und

---

mäfsigkeiten knüpfen, weil diese aus Beobachtungen an einer verhältnismäfsig begrenzten Anzahl Individuen induziert sind. Da dies so selbstverständlich ist, begnüge ich mich damit, ein für allemal darauf aufmerksam zu machen. Hiermit soll jedoch keineswegs gesagt sein, ich sei sehr geneigt, an das Vorkommen individueller Abweichungen zu glauben. Es wird sich im Gegenteil im Folgenden zeigen, dafs die sogenannten individuellen Differenzen, welche frühere Verfasser nachweisen zu können geglaubt haben, um so mehr verschwinden, je mehr man mit den Merkmalen der verschiedenen Gemütszustände, die auf die Versuchsresultate zu influieren vermögen, vertraut wird.

jedesmal, wenn ich selbst als Versuchsperson bethätigt war, achtete ich genau auf alle plötzlich auftauchenden Gedanken und zeigte sogleich deren Existenz an, um möglicherweise ihre Gleichzeitigkeit mit bestimmten Volumschwankungen zu konstatieren. Es scheint denn auch kein Zweifel darüber herrschen zu können, dafs alle jähen und weniger regelmäfsigen Undulationen wirklich von Gedanken herrühren. Die beiden folgenden Kurven geben den ersten Fall wieder, in welchem ich im stande war, das Verhalten zu konstatieren.

Tab. X, B. $^{25}/_{2}$ 96 nachm. A. L. normal, ruhig. Die hier und in der folgenden Kurve auftretenden Oszillationen rühren wahrscheinlich davon her, dafs die Temperatur des Lokals ungewöhnlich hoch, 20° C., geworden war; eine andere Ursache hat sich jedenfalls nicht nachweisen lassen.

Tab. X, C. $^{25}/_{2}$ 96 nachm. A. L. Spontan auftauchende Gedanken, wie einige Versuche angestellt werden müfsten.

X, C ist 2 Min. nach X, B genommen. In der Zwischenzeit waren einige Versuche angestellt worden, und ich geriet nun in Nachdenken darüber, wie dieselben hätten ausgeführt werden müssen. Der Augenblick, da diese Gedanken auftauchten, ist nicht bezeichnet, nach der Zeit, die verstrich, bis die Zone des Cylinders ausgeschrieben war, liefs sich aber vermuten, dafs es ungefähr dort geschah, wo b an der Kurve steht. Ich fafste indes den Vorsatz, bei erster gegebener Gelegenheit die genaue Bestimmung dieses nicht unwesentlichen Moments durchzuführen. Dies ist nicht besonders schwer, da man natürlich keinen solchen Fall abzuwarten braucht, wo ein Gedanke von selbst auftaucht; man kann ebensowohl an etwas zu denken anfangen, wenn man eine gewisse Zeitlang gedankenleer gesessen hat. Diesen Versuch zeigt:

Tab. X, D. $^{13}/_{3}$ 96 nachm. A. L. Bei N 1 begann das Ausrechnen von 19×63; bei N 2 wurde das Rechnen durch eine Frage des Experimentators unterbrochen, die ich beantwortete.

Der Gedanke, dafs ich mich mit Rechnen beschäftigen wollte, ist selbstverständlich entstanden, bevor ich mir die Aufgabe geben konnte, und bevor ich mittels

des pneumatischen Apparats, den ich in der Hand hielt, das Zeichen an dem Cylinder anbrachte. Demgemäfs sieht man in der Kurve eine kleine Steigung drei Pulsschläge vor N 1. Die Unterbrechung bei N 2 war durchaus wider die Versuchsanordnung, die während der Versuche kein Reden gestattete; die Antwort bestand auch nur in einem kurzen Verweis. — Auch andere Versuchspersonen haben häufig die Beobachtung gemacht, dafs sie es während eines gegebenen Zeitraumes nicht unterlassen konnten, an irgend etwas zu denken; die aufgenommene Kurve zeigt dann stets jähe Schwankungen. Ein Beispiel hiervon gibt:

Tab. XI, A. $^{15}/_{10}$ 95 abends. H. K. lebhafte psychische Thätigkeit.

Einen ferneren Beweis, dafs diese jähen Schwankungen von einer Denkthätigkeit herrühren, hat man an ihrer Form und an den gleichzeitig eintretenden Veränderungen der Anzahl der Herzschläge. Diese stimmen ganz mit dem überein, was wir später als aller Konzentration der Aufmerksamkeit und aller Denkthätigkeit charakteristisch antreffen werden. Den näheren Nachweis hiervon müssen wir indes aufschieben, bis wir die letztgenannten Verhältnisse in ihren Einzelheiten studiert haben. Indem wir also diesem Beweise vorgreifen, können wir folgendes Ergebnis feststellen:

Das jähe Sinken der Volumkurve wird durch Gedanken, durch psychische Thätigkeit ohne hervortretende Gefühlsbetonung verursacht.

Was dies bedeutet, ist in die Augen springend. Während es nämlich einige Menschen gibt, denen es ohne Schwierigkeit gelingt, sich allenfalls eine kurze Zeit gedankenleer zu erhalten, so dafs die Pulse der Volumkurve sich sozusagen von einer geraden Linie erheben, gibt es andre, die sich anscheinend nicht in einen solchen Zustand versetzen können. Ihre Volumkurve ist in unablässiger Bewegung. Dergleichen Individuen lassen sich offenbar nur mit grofser Vorsicht als Versuchspersonen verwerten, da man ihrer nie sicher sein kann. Bei ihnen kommt es namentlich darauf an, die Versuche so geschwind wie möglich aufeinander folgen zu lassen, damit sie keine Zeit bekommen, in

Gedanken zu verfallen. Dafs auch diese Methode übrigens nicht ohne Mifslichkeiten ist, braucht wohl kaum hinzugesetzt zu werden.

Die sanften Undulationen der Volumkurve. Wenn ein Mensch in normalem Gleichgewicht des Gemüts sich eine Zeitlang frei von Gedanken hält, wird man sehen, dafs das Armvolumen sanfte, ziemlich regelmäfsige Veränderungen erleidet. Diese Undulationen gewahrt man am leichtesten, wenn man sich eine Linie quer durch die Fufspunkte der Pulse im Plethysmogramm gelegt denkt; diese Linie wird keine gerade, sondern eine wellenförmige. Gute Typen geben schon Tab. III, C u. D; IV, D; X, B. Über die Ursache dieser Undulationen weifs man nichts. Mosso, der sie namentlich in den Volumkurven des Gehirns untersuchte, hat allerdings nachgewiesen, dafs sie bald auf Veränderungen des Herzschlages, bald auf rein vasomotorischer Thätigkeit zu beruhen scheinen, was aber diese Veränderungen wieder bedingt, ist noch nicht entschieden[1]. Dagegen sagt er von analogen Veränderungen der Blutgefäfse im äufseren Ohre des Kaninchens: »dafs sie mit den Sinnes- und Gefühlseindrücken und dem jeweiligen Geisteszustande dieser Tiere zusammenhängen«[2]. Es ist nun auch nicht wahrscheinlich, dafs die sanften Undulationen in Plethysmogrammen von Menschen rein physiologischen Ursprungs sind. Denn allerdings treten sie erst auf, wenn die psychische Thätigkeit bis zu einem gewissen Grade eingestellt ist, anderseits fehlen sie aber durchaus während des tiefen Schlafes, von dem sich gewifs behaupten läfst, dafs er alle seelische Thätigkeit auf ein Minimum reduziert. Da es mir leider nie gelungen ist, einen Menschen während meiner Versuche in tiefen Schlaf zu bringen, vermag ich zum Beweis des völligen Mangels an Undulationen nur Mossos Tafel VIII anzuführen. In den von mir beobachteten Anwandelungen von Schlaf zeigt es sich aber ebenfalls, dafs die Undulationen fast verschwinden, was wegen des Gegensatzes zum zunächst vorhergehenden Zustande, der ausgeprägten Schläfrigkeit, die

---

[1] Kreislauf des Blutes. Leipzig 1881. S. 104 u. f.
[2] L. c. S. 121.

sich durch grofse, oft fast periodische Undulationen kennzeichnet, äufserst charakteristisch ist. Zum Anfang gebe ich den einzigen Fall wieder, in welchem es während meiner Versuche eintraf, dafs eine V-P erklärte, wirklich geschlafen zu haben, während sie im Apparate safs. Es ist insofern ein merkwürdiger Fall, als von dem Augenblick an, da die V-P sich schläfrig erklärte, bis sie die Augen wieder aufschlug und mitteilte, sie habe ausgeschlafen, nicht mehr als 2 Min. verflossen. Ganz aus dem täglichen Leben unbekannt ist ein so kurzer Schlaf wohl nicht, und da die betreffende Versuchsperson ein Psychologe von Fach war, ist ihrer Behauptung, sie habe wirklich während eines kleinen Augenblicks das Bewufstsein verloren, gewifs einiges Gewicht beizulegen. Wenn ich mich dennoch ihrer Behauptung ein wenig skeptisch gegenüberstelle, so rührt dies ausschliefslich von dem Umstande her, dafs die Respirationskurve während der Periode, da der vermeintliche Schlaf eingetroffen sein mufs, durchaus nicht die langsamen, oberflächlichen Atemzüge des Schlafes zeigt.

Tab. XI, B u. C. $^{25}/_{2}$ 96 vorm. Kl. schläfrig, zuletzt schlafend.

XI, B zeigt den Zustand, gleich nachdem die V-P sich schläfrig erklärt hatte, und es ihr bedeutet worden war, sie würde Ruhe zum Schlafen bekommen. Hier ist eine sehr gedehnte Undulation; gegen Ende steigt das Volumen etwas mit grofsen Pulsschlägen, und die Respirationsoszillationen werden somit stark hervortretend. C ist die unmittelbare Fortsetzung von B. Zu Anfang der Kurve ist das Volumen noch grofs mit hohem Puls und Oszillationen; gegen die Mitte sinkt es plötzlich, und sowohl die Oszillationen als die langen Undulationen verschwinden zugleich fast ganz. Bei der erwähnten Volumsenkung mufs das Einschlafen stattgefunden haben, und es deutet denn auch alles, bis auf das ziemlich geschwinde und unregelmäfsige Atmen, darauf hin, dafs die V-P geschlafen haben kann. Am Schlusse der Kurve war ein Streifen des Cylinders ausgeschrieben, und indem der Kymograph stockte, schlug die V-P die Augen auf und erklärte, ausgeschlafen zu haben. Es wurden hierauf verschiedene Versuche an-

gestellt, ganz ist sie die Schläfrigkeit aber gewifs nicht los geworden, denn wenn sie eine kurze Zeit sich selbst überlassen wurde, stellten die langen Undulationen nebst Oszillationen sich wieder ein. Dies sieht man deutlich:

Tab. XI, D. $^{25}/_{2}$ 96 vorm. Kll. 3 Min. nach Ende von C.

Ein länger anhaltender Schläfrigkeitszustand, aber ohne hinterdrein folgenden Schlaf, ist auf der nächsten Tafel gezeigt.

Tab. XII, A—D. $^{2}/_{5}$ 96 nachm. C. J. schläfrig.

XII, A zeigt den Zustand, etwas bevor die Schläfrigkeit überwältigend wurde. Die Kurve ist nicht ganz ohne Oszillationen, was entweder davon herrühren kann, dafs die V-P schon zu diesem Zeitpunkt schläfrig war, oder möglicherweise auch davon, dafs die betreffende Dame sich selten ganz normal befand, wenn sie Versuchsobjekt war. Dessenungeachtet wurden einige Versuche angestellt, die hier ohne Interesse sind. 4 Min. später erklärte sie, sie sei so schläfrig, dafs ferneres Experimentieren fruchtlos sein würde, und es wurde ihr sogleich mitgeteilt, dafs sie Ruhe zum Schlafen erhalten würde. Darauf wurde XII, B genommen. Die Atmung ist langsam und oberflächlich. Das Volumen steigt enorm mit so hohen Pulsschlägen, wie sie noch nie an dieser V-P beobachtet worden waren. Das Druckventil mufste einmal über das andere geöffnet werden, damit der Schreibhebel nicht so hoch steigen sollte, dafs er die Berührung mit der Schreibfläche verlöre. Diese Volumsteigung hielt noch 2 Min. nach Ende von B an, doch war das Steigen natürlich fortwährend abnehmend; unmittelbar nachdem es aufgehört hatte, wurde C genommen. Hier erblickt man dieselbe regelmäfsige, lange und oberflächliche Atmung wie vorher; das Plethysmogramm zeigt sehr langgedehnte Undulationen, über welche die Oszillationen sich als kleinere Wellen erheben. Dieser Zustand dauerte unverändert 4 Min. lang; da die Aufzeichnungen während dieser ganzen Zeit völlig dem entsprechen, was in C gezeigt ist, habe ich sie hier weggelassen. Gegen Schlufs der genannten Zeit trat eine neue Phase ein, indem die Kurve ziemlich plötzlich flacher wurde; die Undulationen

hörten auf, und die Oszillationen wurden bedeutend kleiner. Dies zeigt XII, D. Um zu erfahren, ob die V-P schliefe, wurde ein schwacher Flötenton geblasen; der Zeitpunkt und die Dauer sind durch ⌈⌉ angezeigt. Augenblicklich schlug sie die Augen auf, und die Kurven zeigen, dafs eine wesentliche Veränderung des gesamten Zustands vorgegangen ist. Die Respiration wird schneller und tiefer, das Volumen sinkt stark, die Höhe der Pulse nimmt bedeutend ab. Die V-P gab an, sie sei dem Einschlafen nahe gewesen, wäre auch gewifs in Schlaf gefallen, hätte man ihr nur noch ein wenig Ruhe gelassen. Insofern ist es zu bedauern, dafs der Eingriff zu früh kam; sonst zeigt das Experiment aber alles, was hier für uns Interesse hat. Erstens sehen wir, wie die Oszillationen mehr hervortreten, während die Pulsschläge höher werden, obschon die Respiration mehr oberflächlich ist. Und ferner zeigt es sich, dafs die ganze Schläfrigkeitsperiode durch die langgedehnten, starken Undulationen gekennzeichnet wird, die indes fast in dem Augenblick, da es dem Einschlafen nahe kommt, beinahe verschwinden. Dies deutet stark darauf hin, dafs diese Undulationen mit psychischen Zuständen, vagen, traumähnlichen Bewufstseinszuständen oder dgl. in Verbindung stehen. Fast völlige Gewifsheit hierüber wurde durch eine einzelne, zufällige Beobachtung gewonnen.

Als der Dr. H. sich eines Abends im Laboratorium einfand, machte er sogleich die Bemerkung, er sei sehr schläfrig und eigne sich wohl kaum zur V-P. Möglichst schnell wurden die Apparate an ihm appliziert; den Zustand zeigt die folgende Tafel.

Tab. XIII, A—C. $^4/_5$ 96 abends. Dr. H. schläfrig.

XIII, A ist gleich, nachdem alles in Ordnung war, genommen. Das Plethysmogramm zeigt ein schwach anwachsendes Volumen mit steigenden Pulshöhen und immer mehr hervortretenden Oszillationen. Die Aufzeichnungen während der nächsten 3 Min. sind nicht wiedergegeben; im Laufe dieser Zeit wächst das Volumen sehr wenig, die Pulshöhen dagegen mehr, die Undulationen sind erkennbar, obgleich sie fast von den gewaltigen Oszillationen verdeckt werden. Der Zustand ist während dieser ganzen Zeit durchaus der nämliche

wie der Tab. XIII, B gezeigte, die nach Verlauf der 3 Min. genommen wurde. C ist die unmittelbare Fortsetzung von B. Hier sieht man eine gewaltige Undulation; das Volumen sinkt stark und steigt darauf wieder. Gerade bei dieser Volumsenkung beobachtete ich, dafs die V-P mit einem Ruck die Augen aufschlug; gleich darauf schlossen diese sich wieder. Als der ganze Versuch beendigt war, fragte ich H. nach diesem Ereignis. Er erinnerte sich desselben sehr wohl; er war, wie es so oft im Halbschlummer geschieht, durch einen plötzlich auftauchenden Gedanken erweckt worden, der ihn einen Augenblick fast ganz wach gemacht hatte. Diese Beobachtung scheint mir recht bedeutsam. Wir haben hier einen den Umständen nach besonders lebhaften Bewufstseinsinhalt, der von ungewöhnlich starker Undulation begleitet wird. Hierdurch wird es in hohem Grade wahrscheinlich, dafs auch die schwächeren Undulationen durch Bewufstseinszustände erzeugt werden, die nur vager sind, die Aufmerksamkeit nicht stark fesseln.

Von dieser Annahme aus verstehen wir vollkommen, weshalb die sanften Undulationen gerade unter solchen Verhältnissen auftreten, unter welchen sie erfahrungsgemäfs erscheinen. Erstens fanden wir sie überall, wo ein normaler, wacher Mensch sich »gedankenleer« zu erhalten sucht. Dies heifst ja anders nichts, als dafs er es, soweit möglich, unterläfst, die Aufmerksamkeit auf einen auftauchenden Gedanken zu konzentrieren. Solange man aber wacht, ist es wahrscheinlich unmöglich, sich von jeglichem Bewufstseinsinhalt loszumachen, und dies verrät sich eben durch die sanften Undulationen des Volumens. Wird dagegen die Aufmerksamkeit einmal bestimmt auf einen Gedanken konzentriert, so erhalten wir die jähen Senkungen der Kurve, die wir oben erklärt haben. — Zweitens sehen wir sanfte Undulationen während der Schläfrigkeit; hier sind gerade alle Bedingungen ihres Auftretens vorhanden. Es fällt dem Individuum schwer, die Gedanken zu sammeln, die Aufmerksamkeit zu konzentrieren; deshalb entstehen keine jähen Senkungen der Kurven. Die Gedanken durchströmen das Bewufstsein als vage, traumhafte Bilder, und ihre Existenz verrät sich durch die sanften

Undulationen. Dafs diese unmittelbar vor dem Einschlafen wieder verschwinden, ist ebenfalls natürlich, da der Schlaf notwendigerweise in einem Moment eintreten mufs, wo es an allem Bewufstseinsinhalt fehlt. Und während des tiefen, wahrscheinlich traumlosen Schlafes mufs auch in den Kurven völlige Ruhe walten. Da das Auftreten der sanften Undulationen sich also von der genannten Voraussetzung aus vollständig erklären läfst, wird es höchst wahrscheinlich, dafs

die sanften Undulationen der Volumkurve von vagen Bewufstseinszuständen herrühren, welche die Aufmerksamkeit nicht zu fesseln vermögen.

In dem zuletzt besprochenen Falle der Schläfrigkeit findet sich noch ein Punkt, der näherer Beleuchtung bedarf. Vergleicht man diesen Fall mit dem vorhergehenden (Tab. XII), so sieht man, dafs von der starken Volumsteigung, womit letzterer beginnt, im ersteren nur schwache Andeutungen sind. Dieser Mangel an Übereinstimmung ist indes leicht verständlich, wenn man bedenkt, dafs die Aufzeichnungen im einen Falle erst begannen, als die Schläfrigkeit schon längst eingetreten war, so dafs der ganze Anfang, wo die Volumsteigung vermeintlich stattfand, also fehlt. Es fällt nun auch nicht schwer, zu konstatieren, dafs das Armvolumen des Dr. H. während der Schläfrigkeit wirklich abnorm grofs war. Wir brauchen die V-P nur in den normalen, wachen Zustand zurückzubringen; dann wird das Volumen auch seine normale Gröfse annehmen, sich also stark vermindern, wenn es während der Schläfrigkeit ungewöhnlich grofs gewesen ist. Dafs dies wirklich der Fall war, geht hervor aus:

Tab. XIV, A—D. $^4/_5$ 96 abends. Dr. H. schläfrig, wird durch verschiedene Reize geweckt.

XIV, A zeigt den Zustand anderthalb Minuten nach Schlufs von XIII, C; in der Zwischenzeit war keine wesentliche Veränderung eingetreten, und der Anfang von XIV, A zeigt auch ganz dieselben Verhältnisse wie der Schlufs von XIII, C. Bei ⌐| versuchte man nun mittels eines kräftigen Flötentons in die ziemlich uninteressante Situation eine Abwechslung zu bringen. Die Wirkung ist die nämliche, die früher unter ent-

sprechenden Verhältnissen beobachtet wurde; das Volumen sinkt jäh und stark, die Pulse werden kleiner, die Oszillationen nehmen ab. Es wurden hierauf eine Reihe Versuche mit ziemlich zweifelhaftem Erfolg angestellt; die V-P war und blieb so schläfrig, dafs sie die Augen schlofs und in den vorigen Zustand versank, sobald sie sich selbst überlassen war. Dies ist aus Kurve B zu ersehen, die ungefähr 15 Min. nach A genommen ist; vor B hatte die V-P 3 Min. lang völlige Ruhe. Es wurde nun ein kräftigeres Mittel versucht, um dieser Stumpfheit ein Ende zu machen; bei ⌈¯⌉ wurde mittels einer Spray ein Ätherstrahl unter den Ärmel längs des linken Arms eingeführt. Die Wirkung war fürchterlich. Das Volumen sank plötzlich und so stark, dafs der Schreibhebel die Bewegung nicht zu registrieren vermochte; 40 Sek. hindurch zeichnete er nur eine gerade Linie (auf der Tafel weggelassen). Darauf stieg das Volumen wieder, anfangs sehr langsam, wie das Ende von B zeigt, darauf schneller. C ist die Fortsetzung von B nach Verlauf von 5 Sek. Sie zeigt ein höchst sonderbares Abwechseln von Wachen, mit kleinem Volumen und geringer Pulshöhe, und Anwandelungen von Schläfrigkeit, mit steigendem Volumen und grofser Pulshöhe. Da die eine Ätherbesprengung also nicht genügt hatte, wurde dasselbe noch einmal versucht, wie in D, der unmittelbaren Fortsetzung von C, zu sehen ist. Bei ⌈¯⌉ wurde die Spray auf dieselbe Weise wie vorher benutzt und hatte ein neues, gewaltiges Sinken des Volumens zur Folge; zu wiederholten Malen wurde das Ventil geöffnet, damit die Volumkurve nicht zu einer geraden Linie reduziert würde.

Das Experiment zeigt zweifelsohne, dafs das Armvolumen der schläfrigen V-P ein abnorm grofses war. Die durch den Äther erzeugte Abkühlung wird freilich stets ein Sinken des Volumens verursachen, die Senkung wird aber, wie wir später sehen werden, bei einem normalen, wachen Menschen niemals so gewaltig.

DIE AUFMERKSAMKEIT.

Nachdem wir nun, wenigstens in den Hauptzügen, die Entstehung der verschiedenen Formen von Undulationen, die in den Normalkurven erscheinen, erklärt haben, schreiten wir zur Untersuchung der körperlichen Äufserungen der einzelnen Bewufstseinszustände. Anfangs suchen wir diese Äufserungen bei Individuen in völlig normalem Gleichgewicht des Gemüts zu bestimmen; wir nehmen daher vorläufig keine Rücksicht auf alle solchen Fälle, wo die V-P selbst konstatierte, oder die vorher aufgenommenen Normalkurven vermuten lassen, dafs ein spezieller Gemütszustand (Affekte irgend einer Art, Schläfrigkeit oder dgl.) sich geltend gemacht habe. Erst nachdem wir darüber ins reine gekommen sind, wie die verschiedenen Bewufstseinszustände sich äufsern, wenn sie während normalen Gleichgewichts des Gemüts entstehen, können wir mit Erfolg diejenigen Komplikationen studieren, welche ein vorausgegebener Gemütszustand spezieller Art herbeiführen wird. Und da ferner ein bestimmter psychischer Zustand, namentlich wenn er experimentell durch eine äufsere Reizung hervorgerufen werden soll, fast stets durch die Konzentrierung der Aufmerksamkeit eingeleitet werden wird, so müssen wir ganz natürlich damit anfangen, diese, soweit möglich, in ihren verschiedenen Formen als isolierte Erscheinung zu untersuchen.

Willkürliche Aufmerksamkeit, Denken. Es ist keineswegs leicht, die einigermafsen starke und andauernde willkürliche Konzentration der Aufmerksamkeit zuwege zu bringen, ohne dafs andere psychische Zustände mit einflössen. Die häufigst angewandte Methode ist die, dafs man der V-P eine Rechenaufgabe im Kopf zu lösen gibt. Allenfalls meine Versuchspersonen waren aber durchweg so wenig im Kopfrechnen geübt — obgleich sie alle studierten —, dafs sogar eine leichtere Aufgabe dieser Art ihnen unangenehm war. Mithin war die Methode, streng genommen, unbrauchbar, da es die unbetonte Konzentration der Aufmerksamkeit, nicht aber einen durch peinliche Arbeit hervorgerufenen Affekt zu untersuchen galt. Verschiedenes deutet denn auch an,

dafs frühere Forscher auf diesem Gebiete in der Wahl ihrer Mittel nicht vorsichtig genug gewesen sind; namentlich bei Binet[1] scheinen häufig die hervorgerufenen Affekte die Hauptrolle in den Resultaten gespielt zu haben. Man mufs also sehr behutsam sein; wenn man die Versuchsperson mit angemessen kleinen Zahlen operieren und den Abschlufs der Rechenaufgabe ohne Nennung des Resultats anzeigen läfst, schliefst man die schlimmsten Quellen eines Affekts aus. Ferner notierte ich selbstverständlich in jedem einzelnen Falle, ob die V-P deutliche Unlust an der Arbeit fühlte; diese Versuche sind vorläufig als »nicht rein« ausgesondert. Übrigens wurden die Aufgaben bald mündlich, bald schriftlich gegeben, indem ein Stück Karton, auf welches die Aufgabe mit grofsen Zahlen geschrieben war, der V-P in geeigneter Entfernung vorgehalten wurde. Diese Variation führte ich ein, um zu konstatieren, dafs die in den Kurven beobachtete Wirkung nicht durch einen Schallreiz allein entstand. Ich habe indes keinen Unterschied in den Resultaten der beiden Verfahrungsarten entdecken können.

Aufser den Rechenaufgaben wurden auch andre Mittel benutzt, um eine Konzentration der Aufmerksamkeit hervorzurufen. In einigen Fällen wurde der V-P das Wiedererkennen einer Melodie zur Aufgabe gemacht; sofort nach der Wiedererkennung hielt die Spieldose auf. Eine schwache Lustwirkung ist hierbei vielleicht nicht ganz ausgeschlossen; da die Äufserungen der Lustgefühle indes, wie wir später sehen werden, nur wenig hervortretend sind, hat dieselbe wohl kaum wesentlichen Einflufs auf das Resultat gehabt. In andern Fällen wurde der V-P ein Stück Karton mit 6, 8 oder 10 zusammenhangslosen Silben gezeigt; sie war dann vorher instruiert, die Silben eine gewisse Anzahl Male durchzulesen, worauf sie versuchen sollte, ob sie dieselben auswendig könnte. Endlich wurde auch das »Punktezählen« angewandt. Auf einem Stücke Karton waren eine grofse Menge (20—40) schwarze Punkte auf ganz unregelmäfsige Weise angebracht, und

---

[1] Binet et Courtier: Circulation capillaire etc. L'année psychologique II.

es war die Aufgabe der V-P, diese zu zählen, was oft ziemlich schwer war, weil die Punkte verwirrten.

In den Tab. XV—XVII wiedergegebenen Kurven kommen Beispiele aller genannten Methoden vor. Hier sind nur solche Fälle mitgenommen, in welchen die V-P vor dem Versuche in normalem Gleichgewicht des Gemüts war, und wo derselbe keine merkbare Gemütsbewegung in ihr hervorrief. Es wird sich denn auch erweisen, wenn wir nun die Kurven durchgehen, dafs diese in einer Reihe wesentlicher Punkte miteinander übereinstimmen, ohne hervortretende individuelle Verschiedenheiten und von den zur Hervorrufung der konzentrierten Aufmerksamkeit angewandten Methoden unabhängig sind. Nur die gröfsere oder geringere Dauer der psychischen Arbeit erzeugt einen merkbaren Unterschied der Kurven; sonst zeigt sich die Gesetzmäfsigkeit nicht allein im Steigen und Sinken der Volumkurve, sondern auch in den Variationen des Herzschlags. Bei jedem Versuche gebe ich deshalb in tabellarischer Form eine Übersicht über die in jeder Phase vorkommende Anzahl der Pulsschläge und die durch Messung bestimmte Durchschnittslänge der Pulse.

Tab. XV, A. $^{16}/_{12}$ 95 abends. A. L. Das Punktezählen bei ∧ 1 angefangen, bei ∧ 2 beendigt.

Das Atmen wird unregelmäfsig; das Volumen zeigt bei ∧ 1 eine kleine Steigung, die indes von der gleichzeitigen starken Exspiration herrühren kann; darauf eine Senkung, worauf es bis zur Norm ansteigt. Der Herzschlag zeigt in den einzelnen Phasen folgende Variationen:

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . .	5	2	4	3	12
Länge . .	5,5	5,0	6,0	4,7	5,7

Tab. XV, B. $^{26}/_{9}$ 95 abends. Ly. Punktezählen von ∧ 1 bis ∧ 2.

Das Atmen wird unregelmäfsig; das Volumen zeigt hier wie im vorigen Falle eine zweifelhafte Steigung bei ∧ 1, darauf starkes Sinken und Steigen bis zur Norm. Man hat ferner:

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . .	9	2	6	9	6
Länge . . .	4,6	4,4	4,7	4,6	4,5

Tab. XV, C. $^{26}/_{9}$ 95 abends. Ly. Rechenaufgabe 12×21 bei ∧ 1 angefangen, bei ∧ 2 beendigt.

Die Volumkurve war vor Anfang des Rechnens nichts weniger als normal, indem sie eine grofse und jähe Senkung zeigt; es gelang aber wohl nicht ein einziges Mal, diese V-P mehr als nur ein paar Sekunden hindurch völlig zur Ruhe zu bringen. Da es indes sicher ist, dafs sie die gestellte Aufgabe im Zeitraum zwischen ∧ 1 und ∧ 2 löste, darf man die hier vorkommenden Veränderungen wohl dieser psychischen Arbeit zuschreiben. Die Veränderungen sind übrigens ganz die nämlichen wie vorher. Die Atmung wird unregelmäfsig, das Volumen steigt schwach, fällt darauf plötzlich, um wieder zu steigen; letztere Steigung ist jedoch äufserst unregelmäfsig, wahrscheinlich war die V-P hier wieder mit ihren eigenen Gedanken beschäftigt. Der Herzschlag zeigt folgende Veränderungen:

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h
Anzahl . .	23	4	5	3	3	3	10
Länge . . .	5,4	4,8	5,5	4,6	4,8	5,0	4,7

Tab. XV, D u. E. $^{8}/_{10}$ 96 nachm. A. L. Rechenaufgabe, 87×78, bei ∧ 1 angefangen, bei ∧ 2 beendigt. E ist die unmittelbare Fortsetzung von D.

Man sieht, dafs diese lange dauernde und mehr anstrengende Arbeit in ihren Äufserungen etwas von den vorhergehenden abweicht. Die Atmung wird zwar unregelmäfsig, gegen Ende der Arbeit aber bedeutend oberflächlicher. Das Volumen zeigt anfänglich keine Steigung, sondern hält sich fast unverändert, darauf folgt die Senkung und ein Steigen bis zu normaler Höhe, auf welcher es sich während des gröfsten Teils der Arbeit erhält. Erst bei Angabe des Resultats tritt wieder eine kleine Schwankung ein. Die Veränderungen der Geschwindigkeit des Herzschlags sind indes sehr bedeutend:

Phase .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i	i-k
Anzahl .	24	3	6	11	11	7	25	11	25
Länge .	5,7	5,0	5,5	4,6	4,5	4,6	4,2	4,1	5,0

Tab. XVI, A. $^{29}/_{10}$ 96 nachm. A. L. Rechenaufgabe, 32×42, von ∧ 1 bis ∧ 2. Plethysmogramm des linken, Radialis des rechten Arms.

Die Veränderungen sind ganz dieselben wie die vorher genannten. Was die Frequenz des Herzschlags betrifft, ist hier die Eigentümlichkeit, dafs die Veränderung nicht sogleich eintritt, wie die Aufgabe gegeben wird, sondern erst mit dem folgenden Pulsschlag. Im nächsten Beispiel, Kurve B, verfliefst noch längere Zeit, bevor die Veränderung zu spüren ist; hier war die V-P sich indessen bewufst, dafs sie nicht gleich auf die Aufgabe losgegangen war, und dasselbe mag wohl auch die Verzögerung in der Kurve A verursacht haben. Der Herzschlag zeigt übrigens ähnliche Veränderungen wie in den vorhergehenden Fällen:

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h
Anzahl . .	14	2	5	19	6	4	4
Länge . . .	6,6	5,5	5,8	5,0	4,6	4,8	5,7

Tab. XVI, B. $^{12}/_{10}$ 96 nachm. A. L. Rechenexempel. 34×72, von N 1 bis N 2. Plethysmogramm des linken, Radialis des rechten Arms.

Die Veränderungen wesentlich wie vorher; stark beschleunigte, jedoch oberflächliche Atmung. Die wahrscheinliche Ursache, weshalb die Variationen des Herzschlags nicht sogleich eintreten, wurde oben erwähnt.

Phase	a-b	b-c	c-d	d-e
Anzahl . . .	17	4	5	36
Länge . . .	5,7	4,7	5,3	4,6

Tab. XVI, C. $^{2}/_{11}$ 96 vorm. J. N. Rechenaufgabe, 11×57, von N 1 bis N 2. Plethysmogramm des linken, Radialis des rechten Arms.

Die V-P war augenscheinlich nicht vollständig ruhig, als die Aufgabe gestellt wurde, und es erscheint deshalb eine kleine Abweichung von dem früher Gefundenen in betreff der Veränderungen des Herzschlags; man hat nämlich:

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . . .	17	1	6	11	20
Länge . . .	5,2	5,5	5,4	4,6	5,0

Mit Bezug auf die Atmung und die Volumschwankungen sind die Verhältnisse übrigens ganz wie bei den früheren Versuchen.

Tab. XVII, A. $^{26}/_{9}$ 95 abends. Dr. N. Rechenaufgabe, 11×14, von ∧ 1 bis ∧ 2.

Hier sind recht lebhafte Undulationen sowohl vor als nach dem Stellen der Aufgabe, diese scheinen aber durchaus keinen Einflufs auf die Wirkung der psychischen Arbeit zu haben. Der jähe Fall des Volumens, den die Arbeit mit sich bringt, kontrastiert deutlich mit den sanfteren Undulationen.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . . .	12	3	4	11	16
Länge . . .	4,8	4,6	5,0	4,7	4,9

Tab. XVII, B. $^{9}/_{11}$ 96 vorm. J. N. Volumen des linken Arms, rechter Radialispuls. Zwischen ∧ 1 und ∧ 2 wurde eine Reihe von 8 sinnlosen Silben zweimal durchgelesen und darauf auswendig reproduziert.

Die Kurve weicht, wie zu erwarten, in ihrer Form nicht so wenig von den vorhergehenden Versuchen ab. Die eigentlich anstrengende psychische Thätigkeit tritt hier ja lediglich gegen Schlufs ein, wenn die V-P sich selbst in der Silbenreihe »verhört«; anfangs ist da weiter nichts als die willkürliche Lenkung der Aufmerksamkeit auf das Papier und das mechanische Durchlesen. Wir sehen deshalb auch bei ∧ 1 eine geringere Volumsenkung als gegen ∧ 2. Leider ist es hier nicht bezeichnet, wann das Durchlesen aufhielt und die Reproduktion begann; wahrscheinlich geschah dies bei der ersten schwachen Volumsenkung nach e; da wir den Punkt aber nicht bestimmt markiert finden, ist eine Bearbeitung dieses Teils der Kurve nicht viel wert. Der Anfang zeigt alle gewöhnlichen Äufserungen der Konzentration der Aufmerksamkeit:

Phase	a-b	b-c	c-d	d-e
Anzahl . . .	15	4	5	11
Länge	4,9	4,4	5,0	4,4

Tab. XVII, C. $^{15}/_{10}$ 96 vorm. P. L. Wiedererkennen einer Melodie, die sofort nach dem Wiedererkennen aufhielt. ⌐¬ gibt die Dauer an.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . .	10	3	6	8	14
Länge . . .	5,2	5,0	5,8	5,4	5,7

Dieser Versuch ist hier nur mitgenommen, weil die V-P angab, dafs sie ihre Aufmerksamkeit beim Wiedererkennen wirklich aktiv angespannt habe. Das Resultat deutet jedoch nicht hierauf hin, indem die Messung durchweg Pulsverlängerung zeigt, die der passiven Aufmerksamkeit ebenso charakteristisch ist, wie die Pulsverkürzung der aktiven. Von einer bedeutenderen psychischen Arbeit kann hier auch keine Rede gewesen sein; die sehr musikalische V-P mufste eine oft gehörte Melodie wiedererkennen können, ohne »sich zu besinnen« zu brauchen, und dafs dies der Fall gewesen ist, geht denn auch aus der Dauer der ganzen Erscheinung deutlich hervor, vgl. die Tafel.

Tab. XVII, D. $^{3}/_{12}$ 96 nachm. P. L. Rechenaufgabe, 7×27, von ℕ 1 bis ℕ 2. Plethysmogramm des linken Arms.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g
Anzahl . . .	11	4	8	4	3	25
Länge . . .	5,7	5,0	5,8	5,3	5,9	5,1

Die hier gegebenen Beispiele lassen sich aus der vorliegenden Materialsammlung leicht durch eine grofse Anzahl andrer supplieren, die ganz das nämliche zeigen, dies möchte aber gewifs als überflüssig betrachtet werden. In allen Fällen findet man:

Eine Konzentration der Aufmerksamkeit wird unmittelbar von wenigen geschwinden Pulsen begleitet, während welcher die Volumkurve eine Neigung zum Steigen zeigt. Darauf folgen 4 bis 8 langsame Pulse, während welcher das Volumen sinkt; die Länge dieser Pulse ist stets gröfser als die der zunächst vorhergehenden, oft überschreitet sie sogar die Norm. Schliefslich steigt das Volumen wieder bei geschwindem Puls; die Dauer dieser Periode ist sehr abwechselnd. Fafst man diese drei ersten Phasen zusammen, so ist die Pulslänge stets verkürzt. Ist das normale Volumen erreicht, so wird auch die Pulslänge ungefähr normal wie ursprünglich. Die Atmung ist während des ganzen Verlaufs unregelmäfsig. Folgt auf die erste An-

spannung der Aufmerksamkeit eine länger dauernde, gleichförmige psychische Arbeit, so erhält das Volumen sich ziemlich auf der Norm, aber mit stark verkürztem Puls; kleine Schwankungen erscheinen gewöhnlich erst gegen Ende der Arbeit. Während dieser Periode ist die Atmung meistens beschleunigt und oberflächlich.

Es wird nun nicht schwer nachzuweisen sein, dafs die früher erwähnten jähen Undulationen, die in den Normalkurven hervortreten, wenn die V-P mit ihren eigenen Gedanken beschäftigt ist, in allem Wesentlichen mit den Äufserungen der Konzentration der Aufmerksamkeit übereinstimmen. Was die Form der Volumschwankungen betrifft, ist dies unmittelbar zu ersehen, aber auch hinsichtlich der Variationen der Pulslänge findet Übereinstimmung statt. Als Nachweis hiervon führe ich die Ergebnisse der Messung an, die einige der früher besprochenen Kurven lieferten. So Tab. X, C:

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . . .	25	5	7	4	6
Länge . . .	5,7	6,2	5,4	6,2	5,8

Ferner Tab. X, D, wo nicht einmal die erste kleine Volumsteigung gleich zu Anfang fehlt:

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h
Anzahl . .	11	3	7	7	3	13	11
Länge . . .	4,3	4,0	4,3	3,9	4,5	4,0	4,2

Endlich Tab. XI, A, die zwei ausgeprägte, bei b, resp. h beginnende Undulationen zeigt. Zu bemerken ist, dafs der Buchstabe k auf der Tafel bei dem zunächst vorhergehenden Pulsschlag, wo die Steigung anfängt, hätte stehen sollen.

Phase	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i	i-k	k-l
Anzahl	3	5	6	4	11	5	13	3	6	6
Länge	4,7	4,2	5,4	5,3	4,6	4,4	4,9	4,3	4,9	4,0

Im Gegensatz zu diesen zeigen die sanften Undulationen einen ganz andern Verlauf. Volumsenkung und Pulsverlängerung, Volumsteigung und Pulsverkürzung gehen allerdings auch hier fortwährend miteinander zusammen, die Veränderungen der Pulslänge sind aber

sehr klein, auch wenn die Volumschwankungen sehr grofs sind. Dies zeigt sich deutlich Tab. II, C.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i
Anzahl . .	16	7	11	5	6	8	9	14
Länge . . .	4,0	3,9	3,8	3,9	3,8	3,8	4,0	4,0

Der Gegensatz der beiden Arten von Undulationen zu einander tritt in solchen Kurven besonders gut hervor, wo sie unmittelbar miteinander abwechseln. Dies ist z. B. der Fall Tab. III, D, wo die jähe Senkung am Schlufs von einer entsprechenden jähen Variation der Pulslängen begleitet wird:

Phase	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i	i-k	k-l
Anzahl	11	5	6	5	8	5	3	4	4	5
Länge	5,2	5,1	5,3	5,4	5,3	5,4	5,3	4,6	5,5	5,4

Wie oben nachgewiesen, rühren die beiden Arten der Undulationen wahrscheinlich von denselben Ursachen her, von einer Vorstellungsthätigkeit, die nur mit Bezug auf die Stärke, womit sie die Aufmerksamkeit fesselt, verschieden ist. Es ist deshalb auch ganz interessant, zu sehen, dafs der schwächeren psychischen Thätigkeit weniger eingreifende Veränderungen der Frequenz des Herzschlages entsprechen.

Unwillkürliche Aufmerksamkeit, Erschrecken. Im Vorhergehenden betrachteten wir ausschliefslich solche Fälle, wo die Konzentration der Aufmerksamkeit durch innere Motive herbeigeführt wird, während der äufsere Reiz nur den Anlafs dazu gibt, dafs das Individuum sich in psychische Thätigkeit setzt. Wir kommen nun zu denjenigen Fällen, wo der äufsere Reiz allein den Zustand bestimmt, indem er wegen seiner Stärke sich die Aufmerksamkeit erzwingt, ganz unberücksichtigt, ob das Individuum aus inneren Gründen wünschen möchte, dieselbe nach anderen Richtungen zu lenken. Eine solche plötzliche und gewaltsame Richtungsänderung der Aufmerksamkeit kann nicht ohne Gemütsbewegung vorgehen; diese ist der stark unlustbetonte Zustand, den man Erschrecken nennt. Die Gemütsbewegung selbst, die psychische Veränderung, dauert gewöhnlich nur einen Augenblick, bis das Individuum sich auf die Ursache des Erschreckens besonnen hat und einsieht,

dafs keine Gefahr ferner droht; geschieht dies nicht, so kann der Zustand in den chronischen Affekt des Schrecks übergehen [1]. Bei Versuchen im Laboratorium wird selten von etwas anderem als einem rein instantanen Erschrecken die Rede sein, dessenungeachtet halten die körperlichen Äufserungen oft lange an. Mitunter wird der Zustand durch eine plötzliche, unwillkürliche Muskelbewegung eingeleitet, die sich sowohl in der Respirations- als in der Volumkurve spüren läfst, dies ist aber in hohem Mafse individuell verschieden und keineswegs nur von der Stärke des Reizes abhängig. Auf den folgenden 3 Tafeln, XVIII—XX, sind häufig dergleichen Störungen der Kurven zu sehen. Auch bei diesen Versuchen sicherte man sich natürlich, dafs die V-P sich vorher in normalem Gleichgewicht des Gemüts befand, so dafs der Zustand »rein« und nicht mit anderen kompliziert war.

Tab. XVIII, A. $^{25}/_{11}$ 96 abends. A. L. Erschrecken über das plötzliche Ertönen einer Orgelpfeife.

Aufser der rein augenblicklichen Stockung der Respirationsbewegung, welche der Chok herbeiführt, findet sich kaum eine Veränderung der Atmung. Das Plethysmogramm zeigt aufser einer unwillkürlichen Muskelbewegung zugleich eine geringe Senkung, worauf es bis zur Norm steigt. Der Puls zeigt folgende Variationen:

Phase	a-b	b-c	c-d	d-e
Anzahl . . .	13	6	8	8
Länge	6,0	6,3	6,0	6,0

Tab. XVIII, B. $^{25}/_{2}$ 96 nachm. Kll. Erschrecken über den starken, hohen Ton einer Orgelpfeife.

Hier ist kaum die Spur einer Einwirkung auf das Atmen. In der Volumkurve zeigt sich ein Verhalten, dessen Andeutung schon in A erschien, dafs die Senkung nämlich nicht sofort, zugleich mit dem Reize, sondern erst ein paar Pulse später eintritt. Während dieser Pulsschläge findet sich eine ähnliche Neigung zum Steigen des Volumens, wie bei der willkürlichen Konzentration der Aufmerksamkeit; in den folgenden Kurven wird diese Neigung entschiedener. Meines Ermessens

[1] Die nähere Entwicklung hiervon ist in den »Hauptgesetzen« S. 101 u. f. gegeben.

ist dies Verhalten zunächst von der Stärke des Zustands abhängig; beim heftigen Erschrecken fehlt niemals ein kleines Steigen vor dem Sinken, bei schwächerer Gemütsbewegung dagegen kann es zuweilen unterbleiben. Die Veränderungen des Herzschlags sind:

Phase	a-b	b-c	c-d	d-e
Anzahl . . .	15	7	10	24
Länge	5,1	5,6	5,2	5,3

Tab. XVIII, C. $^{10}/_{9}$ 96 nachm. P. L. Erschrecken über ein starkes Geräusch.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . . .	13	4	6	8	25
Länge . . .	5,0	5,0	5,8	4,8	5,5

Schon diese drei Versuche genügen, um das dem Erschrecken Eigentümliche: die durchgängige Pulsverlängerung zu zeigen. Bei der Volumsenkung zeigt sich eine starke Verlängerung des Pulses, bei der nachfolgenden Steigung sind die Pulse allerdings ein wenig verkürzt, werden dann aber oft bedeutend länger, wenn das Volumen die Norm erreicht hat. Dies ist insofern merkwürdig, als es gewifs der einzig vorkommende Fall ist, in welchem ein Unlustaffekt von Pulsverlängerung begleitet wird. Um sicher zu gehen, dafs die beobachtete Pulsverlängerung keine nur zufällige, durch unbekannte Komplikationen des Zustands verursachte Ausnahme sei, wiederholte ich den Versuch in grofsem Umfang an verschiedenen Personen, und die Assistierenden entfalteten erstaunliche Erfindsamkeit, um den erforderlichen infernalischen Lärm in allen möglichen Variationen hervorzubringen. Das Resultat wurde stets dasselbe. Bei einigen einzelnen Versuchen wandte ich Mossos Hydrosphygmographen mit dem Arm direkt in Wasser an, um vor Fehlern der Instrumente völlig gesichert zu sein; gerade bei diesen Versuchen tritt die Pulsverlängerung am deutlichsten hervor, weil die Verkürzung, die in einer einzelnen Phase erscheinen kann, sich nicht aussondern läfst, da alle Volumschwankungen eliminiert sind. Dies sieht man z. B.:

Tab. XVIII, D. $^{26}/_{11}$ 96 nachm. P. L. Erschrecken über einen Pistolenschufs. Hydrosphygmogramm des linken Arms.

Phase	a-b	b-c	c-d
Anzahl	13	2	33
Länge	5,8	4,5	6,4

Von den beiden ersten Pulsen nach dem Reize abgesehen, wo sich eine bedeutende Verkürzung findet, zeigen alle übrigen Phasen zusammengefafst eine ziemlich ansehnliche Pulsverlängerung. So grofs wie hier ist sie freilich keineswegs immer, aber doch stets merkbar.

Tab. XIX, A. $^{2}/_{11}$ 96 vorm. J. N. Erschrecken, dadurch hervorgerufen, dafs ein herabfallendes Gewicht eine Flasche in einem Blecheimer zerschmetterte. Plethysmogramm des linken Arms, rechte Radialis.

Phase .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g
Anzahl .	18	3	3	5	19	7
Länge .	5,4	5,3	5,0	5,6	5,3	5,4

Die Normalkurve ist nicht ganz ohne Undulationen, trotz des Sinkens eben vor dem Reize sieht man aber doch sogleich nach diesem eine schwache Neigung zum Steigen; der fernere Verlauf ist typisch.

Tab. XIX, B. $^{23}/_{11}$ nachm. J. N. Erschrecken über einen Schufs. Hydrosphygmogramm des linken Arms.

Phase	a-b	b-c	c-d
Anzahl	17	2	35
Länge	5,4	5,2	5,5

Sogar unter recht ungünstigen Verhältnissen, Indispositionen u. dgl., unterbleibt die Wirkung des Erschreckens nicht. So im folgenden Beispiel:

Tab. XIX, C. $^{20}/_{3}$ 96 abends. Dr. H. Unbehaglich, da eine starke Erkältung im Ausbruch war. Erschrecken bei N.

Phase. .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g
Anzahl .	18	4	5	14	6	10
Länge .	4,0	4,0	4,1	4,1	3,8	4,3

Die beiden folgenden Kurvenreihen zeigen nichts Abweichendes; ich gebe sie nur wieder, um die Sache ferner zu beleuchten, und beschränke mich deshalb darauf, das Resultat der Messung anzuführen.

Tab. XX, A. $^{10}/_{3}$ 96 nachm. H. K. Erschrecken über ein heftiges Geräusch.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . . .	28	4	5	8	14
Länge . . .	4,0	3,8	4,5	4,1	4,4

Tab. XX, B. $^{29}/_{10}$ 96 nachm. A. L. Erschrecken. Plethysmogramm des linken Arms, rechter Radialispuls (unten).

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . .	12	3	5	8	8
Länge . . .	5,1	4,9	5,8	5,0	5,3

Als Gegensatz dieser Kurven kann die folgende angeführt werden, wo der Zustand allerdings durch heftiges Erschrecken eingeleitet wurde, kurze Zeit hindurch indes den Charakter des Schrecks annahm, weil die V-P nicht sogleich ausfindig zu machen vermochte, was geschehen war. Das Geräusch war auf ungewöhnliche Weise mittels einiger Schlüssel erzeugt. Der Zustand steht jedenfalls auf dem Übergang in eigentlichen Schreck, vgl. Tab. XXXVIII, A.

Tab. XX, C. $^{24}/_{9}$ 96 nachm. A. L. Heftiges Erschrecken, einiger Schreck.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . .	19	3	6	11	13
Länge . . .	5,8	5,1	5,8	5,5	5,8

Schliefslich gebe ich hier die einzige in meinem Material befindliche Kurve wieder, wo der Zustand zwar ein ungemischtes Erschrecken war, dennoch aber eine Pulsverkürzung stattfand. Der Versuch ist jedoch nicht ganz rein, teils weil die V-P Kälte empfand, teils weil der Puls schon vorher so abnorm langsam war, dafs vermehrte Verlängerung kaum möglich schien. Eine Pulslänge von 8,3 mm entspricht 43—44 Schlägen per Minute.

Tab. XX, D. $^{9}/_{11}$ 96 vorm. A. L. fühlte Kälte, bei ∧ Erschrecken.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . .	8	2	4	6	17
Länge . . .	8,3	8,0	8,3	7,8	7,9

Die Ergebnisse der vorliegenden Versuche lassen sich in folgenden Satz zusammenfassen:

Die durch einen starken und plötzlichen äufseren Reiz hervorgerufene unwillkürliche und unlustbetonte Fesselung der Aufmerksamkeit (das Erschrecken) influiert gewöhnlich nicht auf die Atmung, davon abgesehen, dafs eine kurze Kontraktion gewisser willkürlicher Muskeln sich auch in der Atembewegung verraten kann. Das Armvolumen zeigt gewöhnlich erst eine geringe Neigung zum Steigen, darauf Senkung und dann Steigung bis zur Norm. Während die ersten Pulse nach der Reizung meistens verkürzt sind, wird der Zustand sonst als Gesamtheit durch Pulsverlängerung charakterisiert; diese tritt in den Volumsenkungen indes entschiedener hervor als in den Steigungen.

Wir haben hier nur Fälle des Erschreckens untersucht, die durch Schallreize hervorgerufen wurden, weil diese sich am leichtesten erzeugen lassen; erfahrungsgemäfs wird aber jeder hinlänglich starke und plötzliche Sinnesreiz ebensogut ein Erschrecken verursachen können. Selten erhält man indes den Zustand so rein wie bei Schallreizen. Wahrscheinlich werden auch starke und unerwartete Lichtblitze ganz ähnliche Wirkung haben; da die Erzeugung solcher Reize aber einen ziemlich komplizierten Apparat erfordert, der sich der V-P nicht leicht verbergen läfst, habe ich solche nicht versucht. Bei allen andern Sinnesreizen dagegen mufs gerade der eigentümliche Charakter des Reizes neben der Intensität und dem unerwarteten Eintreten desselben zur Geltung kommen. Ein starker und unerwarteter Ammoniakgeruch wird so z. B. sowohl erschreckend wirken als wegen der Geruchsempfindung ein längeres Unbehagen hervorrufen. Somit wird der Zustand also mehr zusammengesetzt, und dies mufs notwendigerweise in den begleitenden physiologischen Veränderungen Ausdruck erhalten. Wir können diese Fälle deshalb nicht recht wohl behandeln, bevor wir die allgemeinen Äufserungen der Unlust untersucht haben. Auf Tab. XLIX, C und L, C sind ein paar Kurven wiedergegeben, die das Erschrecken unter derartig komplizierten Verhältnissen

zeigen, und bei der Besprechung dieser Kurven werden wir also wieder auf die Sache zurückkommen.

Das Erschrecken ist zunächst als der extreme Fall einer unwillkürlichen Änderung der Richtung der Aufmerksamkeit zu betrachten, indem der Zustand wegen seiner Stärke und der Schnelligkeit, womit er eintritt, unlustbetont wird. Bekanntlich kann eine unwillkürliche Veränderung der Aufmerksamkeit aber auch verlaufen, ohne im geringsten das Gepräge eines Affekts zu erhalten. Die nähere Untersuchung dieser Fälle wollen wir indes aufschieben, bis wir einen dritten, sehr entschiedenen Zustand der Aufmerksamkeit, die Spannung, erklärt haben.

Spannung, Erwartung. Der aktiven, willkürlichen, durch innere Motive erzeugten Lenkung der Aufmerksamkeit und der passiven, unwillkürlichen, durch äufsere Reizung hervorgerufenen Fesselung der Aufmerksamkeit schliefst sich die Spannung oder Erwartung an, die mit beiden andern Zuständen etwas gemein hat. Sie ist insofern aktiv, als die Aufmerksamkeit durch innere Ursachen, nämlich das Wissen oder Vermuten, dafs bald etwas geschehen werde, ihre Richtung erhält. Anderseits ist sie aber unwillkürlich, weil die Konzentration der Aufmerksamkeit durch die gegebenen Umstände herbeigeführt wird, oft ohne dafs das Individuum sich dieser Konzentration bewufst ist. Zu den Affekten oder Stimmungen kann man diesen Zustand nicht rechnen, weil er im allgemeinen nicht gefühlsbetont sein wird. Ist das Erwartete besonders lust- oder unlustbetont, so erhält der Zustand allerdings den Charakter der Gemütsbewegung — für diese Affekte hat die Sprache indes besondere Namen. Der Zustand kann auch, entweder weil er zu lange dauert, oder weil die Aufmerksamkeit besonders stark konzentriert ist, unlustbetont werden; diese Gefühlsbetonung rührt aber zunächst von Ermüdung her und geht die Spannung an und für sich nichts an. Gar zu anhaltendes Denken kann ja ebenfalls ermüdend und somit unlustbetont werden, deswegen läfst sich aber doch nicht behaupten, dafs eine willkürliche Konzentration der Aufmerksamkeit an und für sich unangenehm wäre. Die Spannung ist also — allenfalls innerhalb gewisser Grenzen — ein durchaus unbetonter Zustand der Aufmerksamkeit. Und eben weil

sie von seiten des Individuums keine besondere Anstrengung erfordert, sondern auf natürliche Weise durch die gegebenen Umstände herbeigeführt wird, ist man sich sehr selten des Zustands bewufst — ausgenommen vielleicht, wenn er bis zu extremer Stärke anwächst.

Im täglichen Leben tritt dieser Zustand natürlich sehr häufig ein. Ich sehe am andern Ende der Strafse einen Auflauf von Menschen, und unwillkürlich wird meine Aufmerksamkeit nach dieser Richtung gespannt, damit ich im Vorbeigehen bemerke, was da los ist. Ich sehe einige Menschen, die Uhr in der Hand, den Zeitball anstarren, und meine Aufmerksamkeit kehrt sich ebenfalls dem Zeitballe zu, dessen Fallen ich abwarte, um meine Uhr zu stellen. Auf diese Weise wird der Zustand der Aufmerksamkeit, wenn durch die gegebenen Umstände bestimmt, bald eine Spannung in der Richtung des Unbekannten, Unbestimmten, bald eine Erwartung von etwas Bestimmtem sein. Und im Laboratorium wird man bei Versuchen der hier vorliegenden Art als Versuchsobjekt ununterbrochen Veranlassung haben, in Spannung zu sein, weil man fortwährend das sichere Wissen besitzt, dafs einem bald etwas geschehen wird. Ist man nicht im stande, sich von diesem Bewufstsein, dafs etwas geschehen werde, loszumachen, so ist man als V-P einfach unmöglich. Denn die Spannung hat ihre bestimmten, sehr charakteristischen körperlichen Äufserungen, und solange diese zum Vorschein kommen, werden alle andern Reaktionen anormal. Ich gehe schwerlich zu weit, wenn ich behaupte, dafs fast ausschliefslich die Spannung schuld daran ist, dafs die verschiedenen Forscher auf diesem Gebiete teils so viele untereinander abweichende Resultate aufzuweisen haben, teils genötigt worden sind, ganze Reihen individuell verschiedener Reaktionsformen aufzustellen. Den Beweis von der Richtigkeit dieser Behauptung werde ich sogleich im Folgenden führen. Und dafs bisher niemand den Einfluss der Spannung entdeckt hat, scheint mir leicht verständlich. Denn der Zustand scheint von ganz unbegrenzter Dauer zu sein, kann sich Tag für Tag wiederholen. Bei derjenigen V-P, mit welcher dies der Fall ist, erhält man deshalb stets die nämlichen anormalen Reaktionen, so dafs diese also das Gepräge be-

kommen, als wären sie diesem Individuum normal. Und die V-P selbst entdeckt schwerlich ihren Zustand, denn das unwillkürliche Lenken der Aufmerksamkeit auf das, was geschehen soll, ist unter den gegebenen Verhältnissen so natürlich, dafs es ihr nie einfällt, es sei nicht alles, wie es sein sollte.

Es war ein reiner Zufall, dafs ich den merkwürdigen Einflufs der Spannung auf die Reaktionen gewahrte. Erst durch zahlreiche Versuche lernte ich den Zustand aus den Kurven diagnostizieren und bei meinen Versuchspersonen beherrschen. Am leichtesten werde ich diese ganze Sache mit Hilfe einer historischen Darstellung erläutern können, zu der die vorliegenden Kurven die notwendigen Illustrationen liefern.

Eines Abends im Frühling 96 kam der stud. med. P. L. vorhergehender Verabredung gemäfs ins Laboratorium, um zu sehen, wie man hier arbeitete. Während einer Unterbrechung der Versuche wurde es ihm vorgeschlagen, den Platz der V-P einzunehmen, und hierzu war er sogleich bereit. Man nahm nun auf:

Tab. XXI, A. $^{20}/_{3}$ 96 abends. P. L. anscheinend ruhig und normal.

Diese Kurve schien mir indes keineswegs befriedigend. Ich hatte an hinlänglich vielen Menschen Plethysmogramme genommen, um zu wissen, dafs zwischen dem Wuchs und Bau der betreffenden V-P und der Höhe der Pulse stets eine gewisse Proportionalität stattfindet; selbstverständlich erhält man gröfsere und kräftigere Pulse von dem Arm eines stark gebauten erwachsenen Mannes als von dem einer zarten, kleinen Frau. Und von dem wohlgewachsenen, 6 Fufs grofsen P. L. erwartete ich unwillkürlich Pulse, die wenigstens drei- bis viermal so grofs wären als diejenigen, welche Tab. XXI, A aufweist. Der Gegensatz meiner Erwartungen zur Wirklichkeit war so auffallend, dafs ich sogleich, trotz des völlig regelmäfsigen Verlaufs der aufgenommenen Kurve, das Vorhandensein eines anormalen Gemütszustandes vermutete. Ich fing deshalb an, mit der V-P zu experimentieren, um mir womöglich mittels der Reaktionen ein Urteil darüber zu bilden, was eigentlich dahinter steckte. Der kräftige, nie versagende Einflufs des Ammoniaks auf das Volumen wurde zuerst versucht:

Tab. XXI, B. $^{20}/_{3}$ 96 abends. P. L. Bei ⌈⌉ Ammoniak. Von einem ganz unregelmäfsigen Puls abgesehen, finden sich hier nicht viele Anzeichen, dafs ein kräftiger Reiz stattgefunden hat; die normale starke Volumsenkung infolge der Einatmung von Ammoniak fehlt jedenfalls gänzlich. Kurz darauf wurde ein Erschrecken versucht:

Tab. XXI, C. $^{20}/_{3}$ 96 abends. Bei ℕ Erschrecken über ein plötzliches Geräusch.

Hier ist dieselbe Unveränderlichkeit des Volumens wie oben. Die Sache fing an etwas mystisch zu werden, und ich sann gerade darüber nach, was nun zu thun sei, als der anwesende Dr. H., mit dem vorher experimentiert worden war, plötzlich ein Bund Schlüssel mit grofser Kraft an die Thür warf. Dies kam mir so überraschend, dafs ich fast vom Stuhle emporfuhr, die V-P schien es jedoch nicht zu affizieren.

Tab. XXI, D. $^{20}/_{3}$ 96 abends. P. L. Unmittelbare Fortsetzung von C. Bei g Erschrecken.

Auffallend ist es hier, dafs das Erschrecken vielmehr eine Volumsteigung als die wohlbekannte Senkung hervorzurufen scheint. Da selbst kräftige Ursachen der Unlust also keinen besonderen Einfluſs auf die V-P hatten, wurde ein sanfteres Mittel versucht, indem ich ihm eine grofse und hübsch ausgeführte Photochromie zeigte.

Tab. XXI, E. $^{20}/_{3}$ 96 abends. P. L. Unmittelbare Fortsetzung von D. Bei ℕ 1 Vorzeigen einer Photochromie, die bei ℕ 2 entfernt wurde.

Hier findet sich ein ganz deutliches und nicht zu bezweifelndes Steigen des Volumens zwischen den beiden Zeichen, was um so mehr auffällt, da gerade Lustzustände selten einen merkbaren Ausschlag geben. Die ganze Weise, wie die V-P reagierte, war und blieb ein Rätsel. Natürlich wurde er einem scharfen Verhör unterworfen: ob er körperlich krank sei, ob er sich in Furcht oder einer anderen Gemütsbewegung befinde, ob das Ammoniak ihm nicht unangenehm sei, ob der plötzliche Lärm ihn nicht erschreckt habe u. s. w.? Die Antworten auf alle diese Fragen gaben keinen besonderen Aufschluſs. P. L. befand sich sowohl geistig als körperlich vollkommen wohl, war nicht im geringsten

unruhig und hatte alles, was beabsichtigt war, subjektiv gefühlt. Während der Reizung mit Ammoniak sei er dem Ersticken nahe gewesen, und die Thränen seien ihm an den Wangen hinabgeflossen; beim Erschrecken, namentlich das letzte Mal, habe ihn ein gewaltiger Ruck durchzuckt; das hübsche Bild habe er in gröfster Ruhe genossen. Da die anormalen Reaktionen hierdurch um nichts verständlicher wurden, war nichts anderes zu thun, als ihn einer systematischen Untersuchung zu unterwerfen, und zu diesem Zweck wurde die erforderliche Verabredung getroffen. Die nächste Zusammenkunft fand indes erst 4 Wochen später statt.

Da ich nicht im geringsten bezweifelte, dafs ein anormaler psychischer Zustand vorliege, den die V-P nicht erklären wollte oder auch nicht könnte, so mufsten die ferneren Versuche ausschliefslich darauf angelegt sein, die Beseitigung dieses Zustandes zu erreichen. Ich beschlofs deshalb, die V-P vorläufig nur durch schwache, zunächst angenehme und hinlänglich abwechselnde Reize, die keine psychische Anspannung hervorzurufen vermöchten, in Atem zu halten; während solcher Kleinigkeiten mufste die V-P zuletzt ganz gleichgültig werden, ohne doch stumpf oder schläfrig werden zu können. Um P. L. völlig zu beruhigen, teilte ich ihm dieses Programm im voraus mit, und meine Erwartungen wurden nun auch nicht getäuscht; im Laufe von anderthalb Stunden gelang es mir wirklich, den anormalen Zustand zu heben und dann und wann einzelne normale Reaktionen hervorzurufen. Eine reiche Auswahl aus den Versuchen dieses Abends geben in chronologischer Ordnung:

Tab. XXII, A—E u. XXIII, A—D. $^{15}/_{4}$ 96 abends. P. L. verschiedene Reize während schliefslich beseitigter Spannung.

Wir gehen nun die Kurven einzeln durch. Die Versuche begannen mit einigen schwachen Tönen der Stimmgabel bei ⌐|1 und ⌐|2 in XXII, A. Die Zeichen geben wie gewöhnlich die Dauer des Reizes an. Der erste, kurze Ton rief eine deutliche Volumsteigung, der nächste, längere eine kurze Senkung hervor. Gleich zu Anfang der nächsten Umdrehung des Cylinders, XXII, B, 1 Min. nach A genommen, zeigte sich eine Erscheinung, die ich noch nie wahrgenommen hatte, ein

starkes, kurzes Steigen mit einzelnen hohen Pulsen, worauf die Kurve bis auf das vorherige Niveau sank. Bei ℕ 1 wurde ein Stück Karton mit der Rechenaufgabe 8+16+21 vorgehalten, bei ℕ 2 kam die Beantwortung; die Reaktion ist durchaus anormal: ein Steigen des Volumens mit hinterher folgendem Sinken bis zum Niveau. In der nächsten Reihe, XXII, C (zuunterst auf der Tafel), wiederholt sich das nämliche; das Volumen fängt hier ziemlich hoch an bei grofsen Pulsen, worauf es ohne äufseren Anlafs bis zum vorigen Niveau sinkt. Hier begann sich in mir eine Vermutung von dem Zusammenhang der Sache zu regen. Es konnte kaum zweifelhaft sein, dafs die V-P nun normal war, solange der Kymograph sich nicht bewegte; sobald dieser aber in Gang gesetzt wurde, war ihr dies ein Signal zum Zurückkehren in den anormalen psychischen Zustand, welcher sicherlich nichts anderes sein konnte als gespannte Erwartung. Dies teilte ich der V-P mit, die indes nicht im stande war, mittels Selbstbeobachtung einen derartigen Wechsel ihres Zustands zu konstatieren. Die ferneren Versuche bestätigten jedoch völlig die Richtigkeit meiner Vermutung. XXII, D ist der Anfang der nächsten Umdrehung des Cylinders, 1 Min. nach Ende von C genommen. Hier ist ganz dasselbe Verhalten wie zu Anfang von C: grofses Volumen mit hohen Pulsen und darauf ein unmotiviertes Sinken bis aufs frühere Niveau und kleine Pulse. XXII, E ist die unmittelbare Fortsetzung von D. Bei ℕ berührte ich eine kurze Zeit sehr sanft das Ohr der V-P, was angenehm überraschend wirkte; ein wenig später steigt das Volumen und hält sich eine Zeitlang hoch bei grofsen Pulsen. Jetzt fühle ich mich meiner Sache ziemlich gewifs: das relativ grofse Volumen mit hohen Pulsen war das Anzeichen des normalen Gleichgewichts des Gemüts, in welchem sich die V-P befand, wenn sie kein neues Experiment erwartete; sobald aber ein solches bevorstand, trat die Spannung, durch kleines Volumen und niedrige Pulse charakterisiert, wieder ein. War dies richtig, so brauchte man also nur einen Augenblick abzuwarten, in welchem die Spannung aufgehoben sein würde, und die Reaktionen mufsten normal werden.

Eine Andeutung hiervon erscheint XXIII, A, 15 Sek. nach XXII, E genommen. Bei ⅄ ein starkes Rascheln, das einiges Erschrecken erzeugte. Die Pulse sind vorher etwas höher als früher, wenn man auch nicht sagen kann, die Spannung sei vollständig aufgehoben; die Reaktion ist doch am ehesten normal: kurzes Steigen, darauf Sinken, dann ein Steigen, das hier die Norm überschreitet. Die Messung zeigt auch die charakteristischen Pulsveränderungen des Erschreckens:

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . .	15	2	6	8	25
Länge . . .	5,1	5,0	6,1	4,6	5,4

Dies eine unangenehme Experiment hatte übrigens schicksalsschwangere Folgen, indem die V-P während der nächsten 20 Min. sich in konstanter Spannung befand, aus der sie nicht herauszubringen war. Den Aufzeichnungen während dieses ganzen Zeitraums entnehme ich nur einen einzigen Versuch, der den Zustand charakterisiert. Derselbe ist XXIII, B wiedergegeben. Dafs Spannung vorhanden ist, läfst sich sogleich aus den kleinen Pulsen ersehen; bei ⅄ 1 wurde die Aufgabe 7×14 gegeben, bei ⅄ 2 kam die Beantwortung; die Reaktion ist augenscheinlich ganz anormal. Es blieb also nichts anderes übrig, als ganz von vorne anzufangen und durch glimpfliche und sanfte Mittel die Spannung zu heben zu suchen. Die Wirkung derselben hat schon XXIII, C, 15 Min. nach B genommen, angefangen. Bei ⅄ 1 und ⅄ 2 Töne der Stimmgabel, deren Einflufs unverkennbar ist. Endlich schien die V-P so weit gekommen zu sein, dafs man normale Reaktionen erhalten könnte, indem das Volumen sich nun längere Zeit hindurch mit hohen Pulsen hielt. XXIII, D zeigt dies. Bei ⅄ 1 wurde die Rechenaufgabe 11×21 gegeben, und sogleich erscheinen die normalen Äufserungen der Konzentration der Aufmerksamkeit. Bei ⅄ 2 sagte die V-P jedoch: »Das kann ich nicht ausrechnen.« Ziemlich unwirsch rief ich aus: »Ach! rechne doch nur los, das Fazit ist ja gleichgültig.« Bei ⅄ 3 kam die Antwort. Wo ein derartiges Intermezzo stattgefunden hat, darf man natürlich nicht erwarten, einen reinen Ausdruck der psychischen Arbeit zu finden; nach deren

Aufhören findet sich denn auch entschiedene Spannung, die erst eben am Schlusse der Kurve verschwindet. Vergleicht man aber XXIII, D mit XXIII, B, wo die Reize gleicher Art waren, so ist in D doch ein bedeutender Fortschritt zur normalen Reaktionsweise, die wir im Vorhergehenden, Tab. XV—XVII, kennen lernten. Die Messung von XXIII, D gibt auch die bekannten Pulsveränderungen:

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . .	5	4	7	10	20
Länge . . .	6,6	5,1	7,0	5,9	6,8

Aus allen diesen Versuchen mit abwechselnden Resultaten geht nun unzweifelhaft hervor, dafs die V-P nur ausnahmsweise in normalem Gleichgewicht des Gemüts war, während ein andrer Gemütszustand durchweg vorherrschte. Dafs dieser andre Zustand Spannung oder Erwartung war, ist dagegen durchaus nicht dargethan; dies ist vorläufig nur eine wenn auch recht natürliche Annahme. Ihre Richtigkeit läfst sich indes mit Sicherheit auf die Weise feststellen, dafs man erst die V-P in normales Gleichgewicht des Gemüts bringt, darauf durch angemessene Mittel eine Spannung erzeugt, deren sie sich unvermeidlich bewufst werden mufs; sind die körperlichen Äufserungen dieses Zustands mit den früher beobachteten identisch, so kann wohl kaum noch Zweifel herrschen. Diesen Beweis führte ich noch an demselben Abend.

Tab. XXIV, A u. B. $^{15}/_{4}$ 96 abends. P. L. vorsätzlich hervorgerufene Spannung. B die unmittelbare Fortsetzung von A.

Der Anfang von XXIV, A zeigt, dafs die V-P hier völlig normal ist; es findet sich freilich ein augenblicklicher Anlauf zur Spannung, der sich jedoch glücklicherweise verliert. Bei № 1 sagte ich: »Bereite dich nun auf etwas weniger Ansprechendes vor.« Eine deutliche Wirkung hatten diese Worte nicht, und ich strich deshalb bei № 2 hinter dem Rücken der V-P ein Zündhölzchen an. Sogleich tritt eine andauernde Senkung des Volumens mit kleinen Pulsen ein, und da ich also meine Absicht erreicht hatte, sagte ich bei № 3: »Nein, es geht nicht; es will nichts geschehen.« XXIV, B zeigt nun

ein langsam steigendes Volumen mit immer höheren Pulsen. Die V-P gab an, sie habe wirklich erwartet, ich würde sie mit dem Zündhölzchen brennen; kurz nachdem ich zum letztenmal gesprochen habe, sei sie aber vollkommen ruhig geworden.

Einen ganz ähnlichen Versuch hatte ich mit demselben Erfolg einen Monat vorher mit dem Dr. H. angestellt, bei dem ich nie eine von selbst entstandene Spannung bemerkt hatte. Da er an jenem Abend etwas unpäfslich war, ist das Experiment nicht so befriedigend, wie es hätte sein können, aber das Entscheidende: die starke, anhaltende Volumsenkung mit kleinen Pulsen tritt deutlich hervor. Ich gebe es deshalb wieder:

Tab. XXIV, C u. D. $^{20}/_{3}$ 96 abends. Dr. H. vorsätzlich hervorgerufene Spannung. D ist die unmittelbare Fortsetzung von C.

Bei N 1 sagte ich nur: »Geben Sie nun acht.« Darauf gofs ich, ohne dafs die V-P es sah, Wasser in ein Glas, zündete ein Streichhölzchen an, das ich ein wenig später ins Wasser warf, wo es stark zischte, u. s. w. Diese verschiedenen Operationen nahmen die Zeit bis N 2 in der Kurve D in Anspruch, wo ich bemerkte: »Es geschieht nichts.« Von hier an steigt das Volumen anfangs geschwind, später langsam mit fortwährend anwachsender Pulshöhe. Die Übereinstimmung dieses Versuches mit dem vorigen ist nicht zu verkennen. Als ich den Dr. H. nach seinem Gemütszustande während des Experiments fragte, erhielt ich zur Antwort: »Bange war mir nicht, denn ich war gleich darüber im reinen, dafs das Ganze ein Experiment war; man ist ja aber nie sicher, was Ihnen einfallen kann, so dafs ich natürlich etwas darauf gespannt war, was nun geschehen würde.«

Nach den lehrreichen Versuchen mit P. L. wurde vieles, was mir bei früheren Gelegenheiten rätselhaft gewesen war, auf einen Schlag ganz klar. Nicht so selten war es bei verschiedenen Versuchspersonen gekommen, dafs sie plötzlich und anscheinend unmotiviert auf anormale Weise reagierten. Indem ich den ganzen Verlauf dieser Kurven untersuchte, fand ich nun in vielen Fällen, dafs ein Zustand der Spannung eingetreten war, der die abweichenden Reaktionen auf

natürliche Weise erklärte. Mehrere dieser Kurven werden im Folgenden an geeigneten Orten hervorgezogen werden. Überhaupt erwies sich die Spannung als ein Faktor, den man unablässig mitrechnen mufste, weil sie zu jeder beliebigen Zeit eintreten konnte, ohne dafs die V-P im allgemeinen im stande wäre, ihre Existenz mittels Selbstbeobachtung zu konstatieren. Dies war z. B. der Fall mit einer Versuchsperson, mit der ich gerade während der Zeit arbeitete, da die erwähnten Experimente mit P. L. stattfanden. Obgleich die Arbeit mit der betreffenden Person schon mehrere Monate lang gedauert hatte, war mir noch nicht ein einziges Mal eine normale Reaktion zu Gesichte gekommen. Ein typisches Beispiel gibt:

Tab. XXV, A. $^{21}/_{4}$ 96 vorm. C. J. Bei ⌐¬ Punktezählen.

Hier ist nur ein geringes Steigen des Volumens, wo man normal ein deutliches Sinken erwarten sollte. Die Ursache dieser verzweifelten Verhältnisse war jetzt gefunden: es war die Spannung, die hier ihr Wesen trieb. Sobald die Apparate appliziert wurden, geriet die V-P in einen chronischen Zustand der Spannung, der nicht eher aufhielt, als bis die Versuche wohl und glücklich beendigt waren; deswegen hatte ich nie den Übergang der Spannung in normales Gleichgewicht des Gemüts wahrgenommen, der glücklicherweise in P. L. eintraf. Nachdem der Zustand nun aber bekannt und die Mittel dagegen gefunden waren, fiel es mir nicht so schwer, die Spannung auch bei C. J. aufzuheben. Dies ist z. B. zu ersehen:

Tab. XXV, B. $^{2}/_{5}$ 96 nachm. C. J. Bei ⌐¬ ein schwacher, angenehmer Ton.

Das langsam steigende Volumen mit anwachsenden Pulsen ist ein unverkennbares Anzeichen, dafs die Spannung aufgehört hat. — Auch in mir selbst war dann und wann Spannung vorhanden, wenn ich als V-P fungierte. Dies trat immer ein, wenn minder geübte Personen die Apparate bedienen sollten. Die Spannung machte sich dann gewöhnlich vor dem Anfang der Versuche geltend, bis der Kymograph in guten Gang gekommen und fernere Fehler somit ausgeschlossen waren; dann hörte sie von selbst auf, meldete sich aber häufig

wieder kurze Zeit darauf. Unter solchen Verhältnissen war ich als V-P unmöglich, und ich gab viele sonderbare Beweise eines wechselnden Gemütszustandes zum besten. Ein paar Kurven werden das Verhältnis erhellen:

Tab. XXV, C. $^{31}/_{3}$ 96 nachm. A. L. Die Spannung hört auf.

Tab. XXV, E. $^{4}/_{7}$ 96 nachm. A. L. Wiederholter Wechsel normalen Gleichgewichts des Gemüts mit Spannung.

Den Gegensatz dieses wechselnden Zustandes bildet eine andere Erscheinung, die mit demselben nicht verwechselt werden darf. Diese äufsert sich ebenfalls durch ein Steigen des Volumens, welches Steigen gewöhnlich jedoch weit bedeutender ist als das bei der Beseitigung der Spannung; aufserdem wächst die Pulshöhe garnicht oder allenfalls ganz unbedeutend. Sie zeigt sich nur, wenn die V-P viel gesprochen hat, unmittelbar bevor der Kymograph in Gang gesetzt wird, und ist folglich weiter nichts, als die Reaktion nach der Volumsenkung, die jede psychische Thätigkeit erzeugt. Ich habe die Erscheinung nur in Kurven gefunden, die an mir selbst genommen sind, was recht verständlich ist, da andere V-Personen nichts zu besprechen haben, während sie in den Apparaten sitzen, wogegen ich es nicht immer vermeiden kann, in irgend einer Richtung Anleitung zu geben. Als Beispiel führe ich an:

Tab. XXV, D. $^{29}/_{9}$ 96 nachm. A. L. Reaktion nach einer Arbeit.

Höchst merkwürdig wäre es, wenn ein Zustand wie die Spannung, die in meinen Versuchen eine so grofse Rolle spielt, sich nicht auch in den Werken andrer Forscher nachweisen liefse. Natürlich ist es nicht möglich, zu beweisen, dafs in gewissen gegebenen Fällen Spannung vorhanden gewesen sei. Findet man aber, dafs eine V-P auf ganz anormale Weise gegen einen bestimmten Reiz reagiert hat, und stimmt diese Weise der Reaktion sonst mit dem überein, was sich gewöhnlich in ähnlichen Fällen während der Spannung zeigt, so wird der Schlufs aus derselben Wirkung auf dieselbe Ursache berechtigt. Jedenfalls ist eine solche Erklärung der Annahme weit vorzuziehen, dafs die anormale Reaktion etwas der betreffenden V-P Individuelles sei.

Letztere Annahme liegt allerdings sehr nahe. Die zahlreichen Kurven z. B., die Binet als Äufserungen psychischer Thätigkeit mitteilt[1], weichen in so vielen wesentlichen Punkten voneinander ab, dafs man fast zu der Annahme gezwungen wird, die Verschiedenheiten beruhten auf individuellen Eigentümlichkeiten. Hat man aber erst einmal gesehen, dafs viele Menschen in allem Wesentlichen auf dieselbe Weise reagieren, sofern sie sich nur in normalem Gleichgewicht des Gemüts befinden, so verliert man den Glauben an die individuellen Verschiedenheiten. Ich bin daher ganz überzeugt, dafs die Differenzen der Binetschen Kurven teils von Gemütsbewegungen herrühren, welche die allzu schwierigen Rechenaufgaben in seinen Versuchspersonen erzeugten, teils auch von Spannung in verschiedenen Stärkegraden. Namentlich Fig. 32[2] scheint mir aufser allen Zweifel gestellt zu sein. Vergleicht man sie mit der Tab. XXII, B wiedergegebenen Kurve, so wird man völlige Übereinstimmung erblicken. Binets Plethysmogramm hat ebenso wie das meine anfangs eine kleine Steigung mit grofsen Pulsen, worauf es sogleich wieder sinkt. Während der folgenden Rechenaufgabe findet sich in beiden Kurven ein Steigen des Volumens, dem ein Sinken bis zur Norm folgt. Schliefslich steigt Binets Kurve sanft mit grofsen Pulsen; der entsprechende Teil fehlt in der meinigen, dafs dieses Steigen aber ein typisches Anzeichen vom Aufhalten der Spannung ist, haben wir an mehreren Orten im Vorhergehenden gesehen. Ähnlicherweise sind unter Binets Kurven mehrere andere, welche deutliche Anzeichen der Spannung der V-P erblicken lassen. Ich erlaube mir deswegen, meine Ansicht festzuhalten, dafs alle diese Kurven durchaus keine individuellen Verschiedenheiten der Reaktionen anzeigen, sondern im Gegenteil darthun, dafs Herr Binet es nicht vermocht hat, Gemütsbewegungen von seinen Versuchspersonen fernzuhalten.

Auch Patrizi[3] hat Kurven mitgeteilt, welche die

---

[1] Binet et Courtier: Circulation capillaire. L'année psychologique II. S. 146 u. f.

[2] L. c. S. 154.

[3] Primi esperimenti intorno all' influenza della musica etc. Archivio de psichiatria. Vol. XVII, fasc. IV.

Annahme eines Spannungszustandes entschieden gestatten. Man sieht hier, dafs ein und derselbe Reiz, ein einzelner Ton, scheinbar ohne irgend einen Anlafs auf die nämliche V-P höchst verschiedene Wirkungen üben kann. Bald bleibt das Volumen unverändert, bald steigt, bald sinkt es. Letzteres ist gewifs eine normale Reaktion, die beiden ersten Fälle deuten dagegen auf Spannung verschiedener Stärke hin, die wiedergegebenen Kurvenstrecken sind leiderdessen jedoch so klein, dafs keine anderen Kennzeichen der Spannung zu finden sind. Von individuellen Verschiedenheiten kann hier glücklicherweise nicht die Rede sein, da die Kurven von einer und derselben V-P herrühren.

Bevor wir die Spannung verlassen, wird es von Interesse sein, noch einen Punkt zu untersuchen, den nämlich, wie es sich während dieses Zustands mit der Schlagzahl des Herzens verhält. Um dies zu erhellen, teile ich das Ergebnis der Messung mehrerer der früher erwähnten Kurven mit, welche den Übergang aus Spannung in normales Gleichgewicht des Gemüts zeigen. So z. B. Tab. XXII, D u. E:

Phase	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i	i-k	k-l	l-m
Anzahl	3	5	5	8	38	6	3	8	11	16	13
Länge	4,1	6,2	5,6	5,1	5,2	4,6	6,0	4,2	5,1	5,2	5,1

Der Spannungszustand e-f zeigt die Pulslänge 5,2, der Normalzustand i-m zwischen 5,1 und 5,2. Für Tab. XXII, C hat man:

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h
Anzahl . .	5	3	18	2	4	17	8
Länge . .	4,9	6,1	4,9	5,3	5,5	4,7	5,0

Hier ist das Verhältnis wie 4,9 (c-d) zu 5,0 (g-h). Ein wenig abweichend stellt sich die Sache Tab. XXIII, C:

Phase	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . . .	10	8	6	7	13
Länge . . .	6,9	7.0	7,0	6,4	6.6

Hier ist deutliche Verlängerung, indem die Länge von durchschnittlich 7,0 während der Spannung bis auf 6,6 während des Normalzustandes sinkt. In der folgenden Kurve, Tab. XXIV, A u. B, findet dagegen das Umgekehrte statt, indem die Länge während der Span-

nung kürzer ist als im Normalzustande, sowohl vorher als hinterdrein:

Phase .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i	i-k
Anzahl .	12	8	4	5	6	3	20	6	17
Länge .	6,6	6,3	6,3	5,8	5,3	6,6	6,4	6,6	7,0

Schliefslich erweist sich in der letzten Kurve, XXIV C u. D, kein wesentlicher Unterschied zwischen den Pulslängen während des normalen Zustands und den Pulslängen während der Spannung:

Phase .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i	i-k
Anzahl .	7	11	3	2	5	5	4	14	6
Länge .	4,6	4,2	4,3	4,2	4,9	4,4	4,5	4,5	4,3

Phase .	k-l	l-m	m-n	n-o	o-p	p-q	q-r
Anzahl .	5	14	6	10	10	9	19
Länge .	4,5	4,4	4,8	4,5	4,3	4,3	4,4

Wir können nun das Resultat aller vorhergehenden Untersuchungen zusammenfassen:

Während der Spannung, der gespannten Erwartung, ist das Armvolumen stets vermindert mit geringer Pulshöhe. Übrigens ist der Zustand am besten an der Weise zu erkennen, wie die Reaktion gegen verschiedene Reize vorgeht. Ist die Spannung sehr stark, so wird ein äufserer Reiz gewöhnlich nur Veränderungen der Frequenz des Herzens hervorrufen, während das Volumen und die Pulshöhe ganz unverändert bleiben. Bei geringerer Spannung wird ein Reiz meistens ein Steigen des Volumens bewirken, das sich sogleich wieder verliert. Hält endlich die Spannung aus irgend einer Ursache auf, so steigt das Volumen langsam mit wachsenden Pulshöhen. Eine konstante Veränderung der Frequenz des Herzschlags wird nicht durch die Spannung erzeugt; die Pulslänge kann bald gröfser, bald kleiner als die Norm sein, weicht aber stets nur wenig von dieser ab.

Der Wechsel und der wechselseitige Einfluſs der Aufmerksamkeitszustände. Um die Äufserungen der

einzelnen Aufmerksamkeitszustände kennen zu lernen, betrachteten wir im Vorhergehenden eine Reihe extremer Fälle, wo die verschiedenen Zustände, so weit möglich, voneinander isoliert waren. So entschieden kommen die einzelnen Zustände aber ja keineswegs immer im täglichen Leben vor; oft gleitet der eine sanft in den andern hinüber. Eine unwillkürliche Fesselung der Aufmerksamkeit braucht nicht notwendigerweise den Charakter des Erschreckens zu tragen, sie kann ebensogut einen weniger gewaltsamen Verlauf nehmen, und ein willkürliches Lenken der Aufmerksamkeit braucht keine komplizierte psychische Arbeit zum Gegenstand zu haben. Sehr oft wird ein einzelner Reiz damit anfangen, die Aufmerksamkeit unwillkürlich zu fesseln, die sich darauf dem Wahrgenommenen zukehren wird, weil dieses in irgend einer Richtung für das Subjekt Interesse besitzt. Bei dergleichen minder entschiedenen Zuständen, die überdies ineinander übergleiten, darf man natürlich nicht erwarten, dafs die körperlichen Äufserungen sich scharf markiert zeigen sollten. Dies bestätigt denn auch die Erfahrung. Bei schwachen, kurzen Reizen wird die der unwillkürlichen Aufmerksamkeit charakteristische Pulsverlängerung allerdings durchweg vorherrschend sein, wie zu erwarten stand; dies schliefst aber nicht aus, dafs eine etwas stärkere Konzentration der Aufmerksamkeit dann und wann eine Pulsverkürzung bewirkt.

Zur Beleuchtung dieser Verhältnisse gebe ich eine Reihe von Kurven wieder, die fast alle Schattierungen der Reaktionen, welche ich unter meinem Material zu finden vermochte, repräsentieren. Vorläufig betrachten wir nur solche Fälle, wo die V-P sich in normalem Gleichgewicht des Gemüts (ohne Spannung) befand, und wo die durch den Reiz hervorgerufenen Empfindungen möglichst unbetont, gefühllos waren. Schwache Gefühlstöne sind allerdings nicht ganz zu vermeiden, und ich habe deshalb Sorge getragen, dafs die wiedergegebenen Kurven die beiden Arten der Betonung ziemlich gleichmäfsig umfassen. Wie wir sehen werden, scheint eine solche geringe Betonung auf die körperlichen Äufserungen ganz ohne Einflufs zu sein. In allen Fällen kam der Reiz plötzlich, ohne vorhergehende Benachrichtigung von dem Zeitpunkte oder der Art des Reizes.

Tab. XXVI, A. $^{16}/_{9}$ 96 abends. Dr. N. Harmonische Intervalle.

Bei ⌐1 wurden mittels eines Appunschen Tonmessers die Töne 256 und 384 gleichzeitig erzeugt; bei ⌐2 auf dieselbe Weise die Töne 384 und 512. In beiden Fällen gab der ziemlich musikalische Dr. N. an, er habe den Intervallen seine Aufmerksamkeit zugewandt, um zu hören, ob sie rein seien. Das Volumen zeigt die gewöhnlichen Schwankungen, die jede entschiedene sowohl passive als aktive Konzentration der Aufmerksamkeit begleiten; die Messung gibt indes kein reines Resultat, jedenfalls keine Pulsverkürzung nach dem ersten Reiz.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i
Anzahl . .	20	3	3	10	7	3	6	15
Länge . . .	4,6	4,7	5,1	4,5	4,5	4,8	4,5	4,3

Tab. XXVI, B. $^{12}/_{11}$ 96 nachm. A. L. Schwacher, anwachsender Ton. Plethysmogramm des linken Arms, rechter Radialispuls.

Von willkürlicher Aufmerksamkeit ist hier wohl kaum die Rede; die Messung zeigt auch vorwiegende Verlängerung:

Phase	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h
Anzahl . . .	13	3	5	9	6	7	12
Länge	5,3	5,1	5,6	5,3	5,8	4,9	5,2

Tab. XXVI, C u. D. $^{25}/_{11}$ 95 abends. A. L. Verschiedene schwache und unerwartete Reize. D ist die unmittelbare Fortsetzung von C.

Bei ⌐1 ein schwacher Ton, der freilich sehr unerwartet kam, jedoch entschieden kein Erschrecken bewirkte. Inwiefern dieser kurze Reiz eine willkürliche Konzentration der Aufmerksamkeit veranlafste, findet sich nicht aufgezeichnet; die Messung zeigt die charakteristischen Pulsveränderungen der willkürlichen Aufmerksamkeit. Bei ⌐2 ein wenig Rasseln mit Metallplatten; hier ist keine Veränderung des Volumens, sondern nur Pulsverlängerung zu sehen. Bei ⌐3 wurde die V-P schwach am Ohr gezupft, wodurch wieder eine kennbare Pulsverlängerung ohne Volumveränderung eintritt.

Phase	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i	i-k	k-l	l-m
Anzahl	14	2	4	4	15	4	6	8	12	10	12
Länge	6,3	5,5	6,2	6,0	6,1	6,5	6,5	6,4	6,7	6,9	6,9

Das Interessante dieser drei Versuche ist, dafs sie zeigen, wie die Gefühlsbetonung der hervorgerufenen Empfindungen auf die Reaktion ohne Einflufs bleibt. Der erste Ton war seiner Natur zufolge zunächst angenehm, das Rasseln der Metallplatten durchaus indifferent, das Zupfen am Ohr schwach unangenehm. Nichtsdestoweniger bewirkt der Ton eine Pulsverkürzung, die sonst den starken Unlustgefühlen charakteristisch ist, und die beiden andern Reize, deren einer unangenehm war, geben nur Pulsverlängerung. Die Betonung ist bei dergleichen schwachen Reizen also ohne Belang, der Zustand der Aufmerksamkeit dominiert vollständig. — Die eigentümliche Pulsverlängerung ohne Volumschwankungen treffen wir in den drei Kurvenreihen der Tab. XXVII mehr oder weniger ausgeprägt wieder an.

Tab. XXVII, A. $^{8}/_{10}$ 96 nachm. A. L. Tiefer, angenehmer Ton.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . . .	17	2	5	11	17
Länge . . .	5,7	5,8	6,1	5,9	5,7

Tab. XXVII, B. $^{29}/_{10}$ 96 nachm. A. L. Angenehmer Ton. Volumen des linken Arms, rechte Radialis.

Hier findet sich angezeigt, dafs der Ton eben die Aufmerksamkeit anzog, indes durchaus keine willkürliche Anspannung hervorrief; Volumschwankungen fehlen gänzlich, die Pulsverlängerung ist ausgeprägt.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . . .	7	4	6	8	21
Länge . . .	6,1	6,8	6,4	6,4	6,4

Tab. XXVII, C. $^{2}/_{11}$ 96 vorm. J. N. Hoher, aber schwacher Ton. Volumen des linken Arms, rechte Radialis.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . . .	22	7	4	9	13
Länge . . .	5,4	5,3	5,6	5,4	5,6

Das Resultat dieser verschiedenen Versuche wird also zunächst folgendes:

Während normalen Gleichgewichts des Gemüts werden die körperlichen Äufserungen schwacher und nicht zu anhaltender Reize von der Gefühlsbetonung der hervorgerufenen Empfindungen unabhängig und nur durch den Zustand der Aufmerksamkeit bestimmt sein. Ist die Aufmerksamkeit eine rein unwillkürliche, ohne irgend welche aktive Anspannung, so erscheinen keine Volumveränderungen, nur Pulsverlängerung. Bewirkt der Reiz dagegen auch einige willkürliche Aufmerksamkeit, so erscheinen die diesem Zustande charakteristischen Volumschwankungen, aber mit durchgängiger Pulsverlängerung, die in gewissen Fällen jedoch auch in Pulsverkürzung übergehen kann, möglicherweise wenn die aktive Aufmerksamkeit mehr vorherrschend ist.

Diese Reaktionen sind nicht ohne Bedeutung, weil sie zu denjenigen, die sich während der Spannung zeigen, in entschiedenem Gegensatze stehen. In diesem Zustande können sich bekanntlich ganz dieselben Verhältnisse geltend machen, die wir hier unter Voraussetzung des normalen Gleichgewichts des Gemüts behandelt haben. Selbst wenn man in Spannung etwas erwartet, kann es, wie man weifs, sehr wohl geschehen, dafs anderweitige Reize unwillkürlich die Aufmerksamkeit zu fesseln und von dem Erwarteten abzulenken vermögen. Besitzt das Wahrgenommene nun zufälligerweise einiges Interesse, so wird auf die erste, passive Veränderung der Aufmerksamkeit leicht eine aktive folgen können. Während dies alles geschieht, wird die Spannung sich entweder vollständig verlieren, indem das Erwartete einen Augenblick lang vergessen wird, oder auch bleibt die Spannung dämmernd im Bewufstsein zurück. Die Möglichkeit hiervon ist in dem Umstande gegeben, dafs die Aufmerksamkeit sich teilen oder zerstreuen läfst; man kann sehr wohl dem Gegenwärtigen einen Teil seiner Aufmerksamkeit schenken, während der übrige Teil etwas noch nicht Vorliegendem, dessen Eintreffen erwartet wird, zugewandt ist. Die Verhältnisse müssen also recht kompliziert werden können, indem die Möglichkeit einer Menge von Kombinationen gegeben ist. Dies kommt

auch in den Kurven zum Ausdruck, da man in einer einzigen Reaktion charakteristische Äufserungen verschiedener Zustände der Aufmerksamkeit nebeneinander finden kann, deren bald der eine, bald der andere die Oberhand hat.

Bevor ich dazu schreite, dies in den Kurven nachzuweisen, mufs ich nur eine einzelne Bemerkung machen. Es wird nicht leicht zu vermeiden sein, im Folgenden von stärkerer und schwächerer Spannung zu reden. Nun kann die V-P, wie wir sahen, selten ihren Zustand erklären, geschweige denn die Stärkegrade angeben; an ihrer Selbstbeobachtung haben meine postulierten graduellen Unterschiede folglich nie eine Stütze. Es kommt mir dennoch berechtigt vor, diese Variationen anzunehmen. Die Spannung verrät sich, wie wir wissen, durch zwei leicht zu erkennende Anzeichen: kleines Volumen und kleine Pulse. Sieht man nun in einer Reihe von Versuchen mit einer gegebenen V-P, dafs diese beiden Faktoren alle möglichen Gröfsen durchlaufen, von einem Maximum an, wo die V-P als normaler Mensch reagiert, bis zu einem Minimum, wo ein anormaler Gemütszustand nicht zu bezweifeln ist, so ist es wohl kein gewagter Schlufs, dafs den wahrgenommenen Quantitätsunterschieden auf dem physischen Gebiete Intensitätsunterschiede auf dem psychischen Gebiete entsprechen. Wie wir später sehen werden, ist dieser Parallelismus auf einem Gebiete, wo die Selbstbeobachtung eine ziemlich feine Beurteilung der Stärkegrade des subjektiven Zustands gestattet, vollkommen stichhaltig; prinzipiell werden sich wohl also keine Einwürfe dagegen erheben lassen, dafs wir ihn auch hier, wo die Selbstbeobachtung versagt, voraussetzen. Wir werden gleich in der folgenden Kurve ein Beispiel hiervon sehen.

Tab. XXVIII, A. $^{25}/_{10}$ 96 nachm. P. L. geringe Spannung. Bei N schwache Berührung des Ohrs.

Die unmittelbar vorhergehende, hier nicht wiedergegebene Kurvenstrecke zeigt ein sehr kleines Volumen nebst kleinen Pulsen. Gleich zu Anfang unserer Kurve sieht man das Volumen steigen und den Puls höher werden. Dafs hier noch Spannung vorhanden ist, schliefse ich aus der bei Spannungszuständen so wohlbekannten eigentümlichen Reaktion, indem der schwache

Reiz ein Steigen des Volumens bewirkt, das sich jedoch sogleich wieder verliert. Unmittelbar darauf sieht man, dafs das Volumen bei anwachsender Pulshöhe wieder sanft steigt, ein Zeichen, dafs die völlig normale Höhe des Volumens und des Pulses nicht erreicht ist, dafs also noch einige Spannung zurück war. Auf analoge Weise ziehe ich im Folgenden Schlüsse über die Stärke des Zustands, so dafs wir uns wohl nicht länger hiermit aufzuhalten brauchen.

Dafs die in der Kurve XXVIII, A gezeigte Reaktion gegen den Reiz nun wirklich als eine Kombination der Spannung und der unwillkürlichen Aufmerksamkeit aufzufassen ist, das nachzuweisen ist nicht schwer. Wie oben erwähnt, kann die Aufmerksamkeit sich freilich in verschiedenen Richtungen zerstreuen, hierdurch wird erfahrungsgemäfs jedoch auch die Stärke geschwächt, womit sie in den einzelnen Richtungen wirkt; sie ist nicht im stande, mit voller Stärke an mehreren Punkten zugleich zu wirken. Wenn jemand also in Spannung ist, seine Aufmerksamkeit irgend etwas Bestimmtem oder Unbestimmtem, dessen Eintreten erwartet wird, zugekehrt hat, so kann ein äufserer Reiz nicht einmal vorübergehend die Aufmerksamkeit fesseln, ohne diese zu zerstreuen, oder mit andern Worten: die bestehende Spannung mufs sich vermindern. Nun verrät sich die Spannung, wie wir wissen, durch kleines Volumen und geringe Pulshöhe; bei Verminderung der Spannung sehen wir das Volumen überall mit gröfseren Pulshöhen anwachsen. Wenn also ein äufserer Reiz die Aufmerksamkeit fesselt und mithin die Spannung vorübergehend vermindert, so mufs dies sich natürlich durch vorübergehende Volumsteigung mit wachsenden Pulshöhen kundgeben. Aber gerade dies sehen wir überall, wo ein äufserer Reiz während der Spannung überhaupt körperliche Äufserung hervorbringt. So zeigt die erwähnte Kurve unmittelbar nach dem Reize eine vorübergehende Volumsteigung mit etwas gröfseren Pulsen; dies ist also der Ausdruck für die Verminderung der Spannung. Zugleich gewahren wir die der passiven Aufmerksamkeit charakteristische Pulsverlängerung. Die Messung gibt nämlich:

Phase	a-b	b-c	c-d	d-e
Anzahl . . .	18	3	5	20
Länge	5,3	5,0	6,1	6,0

Dafs ein schwacher Reiz doch keineswegs stets die Verlängerung des Pulses bewirkt, ist aus den beiden folgenden Kurven zu ersehen:

Tab. XXVIII, B u. C. $^{2}/_{5}$ 96 nachm. C. J. Anfangs starke, später schwächere Spannung. Bei ⌐1, ⌐2 und ⌐3 schwache Töne. C ist die unmittelbare Fortsetzung von B.

Phase .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i	i-k	k-l
Anzahl	33	3	18	6	10	12	2	6	7	17
Länge .	5,3	5,3	5,2	5,1	5,0	5,1	5,0	5,2	5,0	5,4

Hieraus geht hervor, dafs die ersten beiden Reize eigentlich gar keinen Einfluſs haben; sie verändern weder das Volumen, noch die Pulslänge, von einer äufserst geringen, doch wohl kaum zufälligen Verkürzung abgesehen. Nach ⌐2 beginnt das Volumen indes mit wachsender Pulshöhe zu steigen, und der dritte Reiz, der also eintrifft, nachdem das Abnehmen der Spannung angefangen hat, bewirkt nun die Verlängerung des Pulses. Ein ähnlicher Übergang, aus geringer Spannung in den normalen Zustand, ist in den beiden folgenden Kurvenreihen ersichtlich:

Tab. XXVIII, D u. E. $^{29}/_{10}$ 96 nachm. Dr. B. Geringe, schliefslich verschwindende Spannung. Wiederholte schwache und kurze Töne. Volumen des linken Arms, rechte Radialis. E ist die unmittelbare Fortsetzung von D.

Phase .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i	i-k	k-l
Anzahl	31	2	2	15	2	2	14	13	3	9
Länge .	3,7	3,7	3,9	4,2	4,5	3,8	4,4	4,5	4,3	4,6

Phase . .	l-m	m-n	n-o	o-p	p-q
Anzahl . .	6	13	8	7	10
Länge . .	4,4	4,8	4,8	4,9	4,4

Bei ⌍1 und ⌍2 in D bewirken die äufserst kurzen Reize nur kleine Volumsteigungen, die sich bei anwachsenden Pulshöhen fortsetzen, ein Anzeichen also, dafs eine geringe Spannung vorhanden ist; beide Reize haben aufserdem Pulsverlängerung im Gefolge. An-

fangs E ist der Zustand als normal zu betrachten; die Wiederholung der Reize bei ⌐1 und ⌐2 bewirkt nun Volumsenkungen ohne hervortretende Pulsverlängerung. — Noch ein andres Beispiel geben wir zur Erhellung des Einflusses, welchen Spannung verschiedener Stärke auf die Reaktionen übt:

Tab. XXIX, A u. B. 10/9 96 nachm. P. L. Anfangs starke, später schwache Spannung; bei ⌐1 und ⌐2 schwache Töne einer Stimmgabel von ungefähr derselben Dauer. B ist die unmittelbare Fortsetzung von A.

Phase .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i	i-k
Anzahl .	20	4	6	11	26	3	6	4	22
Länge .	4,6	4,5	4,6	4,2	4,7	4,3	5,2	4,8	5,2

Das Eintreten der Spannung verrät sich sogleich im Anfang von A durch starke Volumsenkung und geringe Pulshöhe. Der Zustand ist ausgeprägt; der erste Reiz hat einen kaum merkbaren Einflufs auf das Volumen, wie denn auch die Pulslänge in den Phasen a-b und b-d kaum verschieden ist. Der Reiz hat aber doch den Einflufs, dafs die Spannung geringer wird; das Volumen steigt, die Pulshöhe wächst. Im Anfang von B ist das Volumen bedeutend höher als während der starken Spannung (die Nulllinie ist 7 mm gehoben, vgl. die Tafel), und der nächste Reiz, von derselben Art, Stärke und Dauer wie der erste, hat nun eine ganz andere Wirkung. Es kommt eine merkbare, vorübergehende Volumsteigung und nach den drei ersten Pulsschlägen entschiedene Pulsverlängerung. Wir sehen hier also wieder, wie das Anzeichen der ferneren Verminderung der schwachen Spannung, das vorübergehende Steigen des Volumens nämlich, mit der Pulsverlängerung der passiven Aufmerksamkeit kombiniert wird.

Diese Kombination der Äufserungen findet man nun nicht allein bei schwachen Reizen; Tab. XXI—XXIII geben deutliche Beispiele, dafs das nämliche unter sehr verschiedenen Verhältnissen stattfindet. Vorläufig interessiert uns nur das Zusammenspiel der verschiedenen Aufmerksamkeitszustände; ich sehe deshalb von denjenigen Fällen ab, wo starke Gefühle vorhanden waren, und betrachte nur die Kurven, in welchen aktive Auf-

merksamkeit, psychische Arbeit, sich Ausdruck gab. Dies ist z. B. der Fall mit XXII, B. Die Messung gibt:

Phase	a-b	b-c	c-d	d-e
Anzahl . . .	17	4	6	22
Länge	4,6	4,1	4,5	4,0

Hier bewirkt die psychische Arbeit unzweifelhaft Pulsverkürzung, während die charakteristische Steigung des Volumens bei Verminderung der Spannung in der Kurve angedeutet erscheint. Ganz konstant ist dieses Resultat jedoch nicht; in XXIII, B, wo die Arbeit länger anhielt und wahrscheinlich auch schwieriger war, findet sich freilich die gewöhnliche Volumveränderung der verminderten Spannung, dagegen aber auch Pulsverlängerung.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl. . .	21	6	9	8	8
Länge . . .	5,6	4,9	6,0	5.8	6,2

Anderseits findet man, dafs sogar das Erschrecken, das unter normalen Verhältnissen Pulsverlängerung gibt, während extremer Spannung dagegen Pulsverkürzung erzeugt. Dies geht z. B. aus den beiden Versuchen Tab. XXI, C u. D hervor. Man hat:

Phase .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i	i-k
Anzahl .	16	3	5	7	17	24	4	8	6
Länge .	5,5	5,0	5,6	4,9	5,1	5,5	4,8	5,5	4,8

Fafst man b-f zusammen, so zeigt diese Phase entschiedene Verkürzung im Gegensatz zu a-b; dasselbe gilt von g-k mit f-g verglichen. Bedenkt man nun zugleich, wie wir oben fanden, dafs schwache Reize während sehr starker Spannung anfänglich auch eine geringe Pulsverkürzung bewirken, so scheint diese die allgemeine Äufserung jedes Reizes während extremer Spannung zu sein; wird die Spannung aber schwächer, so tritt als Reaktion gegen die Reize konstant eine Pulsverlängerung ein.

Schliefslich gebe ich noch ein paar Kurven, welche die Äufserungen des Erschreckens während Spannung von verschiedener Stärke zeigen; auch aus diesen ist sehr wohl zu ersehen, wie die Wirkungen des Aufhörens des bestehenden Zustands mit den durch den neuen

Zustand erzeugten körperlichen Äufserungen kombiniert werden.

Tab. XXIX, C. 12/11 96 nachm. P. L. Spannung, mittels des durch einen Schufs bewirkten Erschreckens gehoben. Plethysmogramm des linken Arms.

Die Kurve zeigt die bekannten Volumveränderungen mit geringer Modifikation. Bei N, wo der Schufs fiel, zeichnet der gewaltige Chok sich in der Respirations- wie auch in der Volumkurve als kleine Unregelmäfsigkeiten ab; zugleich beginnt das Volumen zu steigen und sinkt darauf wieder, doch nicht ganz bis zum vorigen Niveau, indem die Senkung in sanftes Steigen mit wachsenden Pulshöhen übergeht. Diese merkwürdige Kurve wird eben zu stande kommen, wenn man die durch das Aufhören der Spannung und die durch das Er-

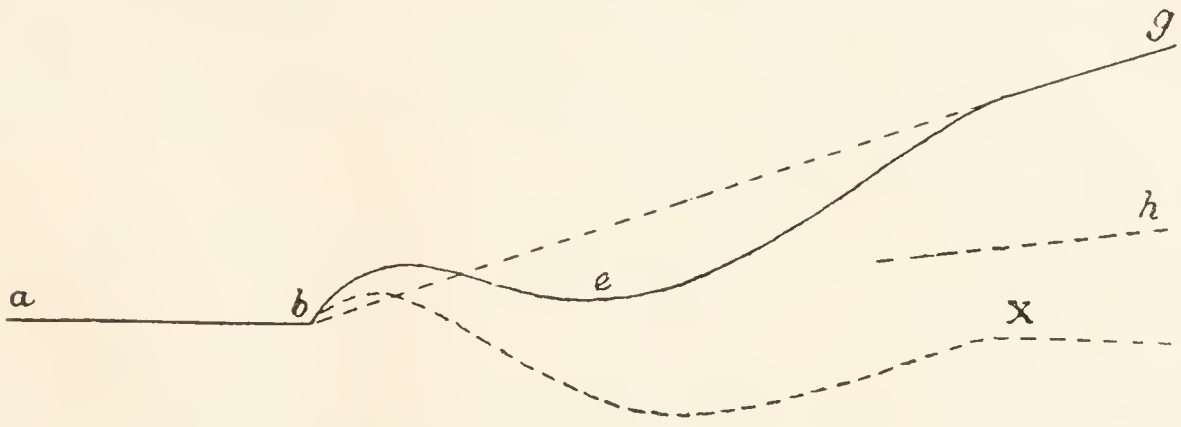


Fig. 6.

schrecken hervorgebrachten normalen Volumveränderungen als zwei gleichzeitige interferierende Bewegungen betrachtet. Fig. 6 zeigt dies. *ab* ist das ursprüngliche Niveau des Volumens. An dem Punkte *b* machen sich nun zwei Tendenzen geltend, eine aufgehobene Spannung, die für sich allein die Steigung *bg* hervorbringen würde, und ein Erschrecken, das für sich allein die Schwingung *bx* geben würde. Setzt man nun die in jedem Momente thätigen Kräfte zusammen, so resultiert die Volumveränderung *beg*, eben die von der Tafel gezeigte. So wie die Ordinaten in der Figur gewählt sind, kommt der Punkt *e* nicht auf das ursprüngliche Niveau herab, wie es mit dem übereinstimmt, was wir in der Tafel sehen. Denkt man sich nun aber, dafs die Steigung *bg* weniger schroff wird, z. B. die Richtung *bh* erhält, so mufs der Punkt *e* unter das ursprüngliche Niveau gelangen. Einen solchen Fall sieht man:

Tab. XXIX, D. $^{12}/_{11}$ 96 nachm. P. L. Spannung durch Erschrecken über einen Schufs gehoben. Plethysmogramm des linken Arms.

Die Kurve wurde 4 Min. nach C genommen; in der Zwischenzeit wurden mehrere Versuche angestellt, die V-P bekam aber fortwährend schwache Anwandlungen von Spannung. Diese ist jetzt doch geringer als vorher, das Volumen ist gröfser (die Nulllinie 6 mm gehoben, vgl. die Tafel) und die Pulse sind höher. Wenn das Volumen nun, indem die Spannung aufgehoben wird, bis zur Norm steigt, kann die Steigung nicht so stark werden wie im vorhergehenden Falle; sie wird also zunächst *bh* der schematischen Figur entsprechen. Hiermit stimmt es überein, dafs die normalen Äufserungen des Erschreckens in diesem Falle mehr hervortreten als im vorhergehenden: die Kurve sinkt bis unter das ursprüngliche Niveau. In beiden Kurven sind ebenfalls die gewöhnlichen Pulsveränderungen des Erschreckens zu sehen. XXIX, C zeigt:

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g
Anzahl . .	26	3	3	7	7	5
Länge . . .	5,9	4,3	6,2	6,3	5,0	5,8

Für XXIX, D gibt die Messung folgendes Resultat:

Phase. .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h
Anzahl .	24	3	2	7	11	4	5
Länge .	5,3	4,7	7,3	5,6	4,9	5,1	5,2

Dafs wir nicht überall ähnliche Konstruktionen, wie die Fig. 6 gezeigte, ausführen können, rührt ausschliefslich von dem Umstande her, dafs wir gewöhnlich nicht wissen, wie lange die Verminderung der Spannung während des Einflusses irgend eines Reizes andauert. Natürlich kann man sich eine Hypothese bilden und danach ein Schema anfertigen, das völlig mit der Wirklichkeit übereinstimmt. Dies ist aber durchaus ohne Interesse, denn selbstverständlich läfst sich jede Welle stets als die Resultante zweier gleichzeitiger, interferierender Wellen konstruieren. Was XXIX, C u. D Bedeutung gibt, ist gerade der Umstand, dafs wir hier keine Hypothesen zu bilden brauchen; wir wissen, dafs die V-P erschrak, und dafs ihre Spannung somit vollständig aufhielt. Ebenfalls wissen wir, welche Volum-

veränderung jede dieser Ursachen für sich hervorbringen würde, unsre Konstruktion enthält folglich durchaus nichts Hypothetisches. Haben wir nun aber gesehen, dafs eine solche Konstruktion sich durchführen läfst, wenn wir die erforderlichen Data in der Hand haben, so darf man wohl die Hypothese aufstellen, dafs das Nämliche in allen Fällen möglich sein würde, wenn uns nur die Aufmerksamkeitszustände des Individuums im gegebenen Moment genau bekannt wären. Die vorliegenden Erfahrungen scheinen durchweg die Richtigkeit dieser Hypothese zu befürworten. Wenn wir z. B. bei maximaler Spannung fast gar keine Volumveränderung gewahren, so läfst sich dies als eine Folge davon erklären, dafs zwei gleichzeitig wirkende Kräfte sich gegenseitig aufheben. Der Reiz fesselt die Aufmerksamkeit und vermindert mithin vorübergehend die Spannung. Der neue Aufmerksamkeitszustand, er möge willkürliche oder unwillkürliche Konzentration sein, wird im allgemeinen ein kurzes Sinken des Volumens bewirken; die gleichzeitige Verminderung der Spannung wird ein vorübergehendes Steigen des Volumens veranlassen. Diese beiden, entgegengesetzte Richtung einschlagenden Bewegungstendenzen müssen sich in vielen Fällen gegenseitig aufheben können.

Während einer bestehenden Spannung wird jede neue Richtung der Aufmerksamkeit, sie sei nun willkürlich oder auch unwillkürlich bestimmt, durch eine Volumveränderung zum Ausdruck kommen, die als Resultante zweier gleichzeitiger Änderungstendenzen aufzufassen ist, nämlich 1° der Volumveränderung, welche die neue Konzentration der Aufmerksamkeit für sich allein hervorbringen würde, und 2° der Volumsteigung, welche eine Folge der gleichzeitigen Verminderung der Spannung ist. Bei maximaler Spannung heben die beiden Kräfte sich gewöhnlich gegenseitig auf, so dafs das Volumen annähernd unverändert bleibt; bei schwächerer Spannung gewahrt man ein vorübergehendes Steigen des Volumens, das bei fernerer Verminderung der Spannung einem Sinken weicht. Bei maxi-

maler Spannung wird eine Änderung der Aufmerksamkeit gewöhnlich von einer äufserst geringen Pulsverkürzung begleitet, bei schwächerer Spannung findet fast immer Pulsverlängerung statt.

Die Einstellung der Aufmerksamkeit. Im Vorhergehenden sahen wir, dafs willkürliche Anspannung der Aufmerksamkeit unter normalen Verhältnissen von Pulsverkürzung begleitet wird, während ein unwillkürliches Fesseln der Aufmerksamkeit Pulsverlängerung bewirkt. Dies ist nichts Neues; es wurde bereits von P. Mentz in seiner bekannten Abhandlung: »Die Wirkung akustischer Sinnesreize auf Puls und Atmung«[1] nachgewiesen, und überdies tritt bei ihm die Pulsverkürzung weit deutlicher hervor, als dies der Fall selbst mit meinen besten Kurven Tab. XV—XVII ist. Dies rührt von zwei Umständen her. Erstens hat Mentz die einzelnen Phasen der Variationen der Pulslänge, welche jede Richtungsänderung der Aufmerksamkeit begleiten, nicht erblickt; in einer dieser Phasen kann die Pulslänge während der Volumsenkung, wie wir sahen, häufig die Norm überschreiten. Mentz fafst alle diese Phasen zusammen, und dann wird das Resultat durchgängige Pulsverkürzung. Zweitens hat Mentz gewöhnlich eine anhaltendere Anspannung der Aufmerksamkeit von seinen Versuchspersonen verlangt als ich. Wie wesentlich dies ist, sahen wir S. 89—93, wo es sich erwies, dafs ganz kurze Anspannungen sehr geringe Verkürzung, und zwar nicht einmal immer, bewirkten. Natürlich konnte Mentz nicht umhin, zu beobachten, wie eine geringere Anspannung auch eine geringere Pulsverkürzung herbeiführt. Ausdrücklich sagt er: »Bei leichteren Multiplikationsaufgaben ist natürlich die Verkürzung eine geringere, und dann findet auch keine Zunahme derselben im Verlauf der Rechnung statt, da eben die Aufgabe rasch abgethan wird«[2]. Ist dem aber so, dann ist es höchst sonderbar, dafs Mentz bei einigen Versuchen, wo es die Aufgabe der V-P war, die Länge von zwei durch anhaltende Töne oder Metronomschläge markierten Zeiträumen zu vergleichen,

[1] Wundt: Phil. Studien Bd. XI. Leipzig 1895.
[2] L. c. S. 569.

entschiedene Veränderung der Pulslänge fand. Er findet hier konstant Pulsverlängerung während des ersten Reizes, Verkürzung während des zweiten, und erklärt dies als eine Folge davon, dafs die Aufmerksamkeit während des ersteren Zeitraums nur unwillkürlich gefesselt wird, während des letzteren aber angespannt werden mufs, um den Vergleich auszuführen[1]. Ich bezweifle die Möglichkeit, dafs man die Aufmerksamkeit so fein einstellen kann; jedenfalls habe ich in den Kurven keine Äufserung der kleinen Differenzen, von denen hier die Rede sein kann, zu finden vermocht. Mentz' Versuche habe ich oft wiederholt, aber weder irgend einer meiner Versuchspersonen noch mir selbst persönlich sind sie gelungen. Ich gebe ein paar Kurven wieder, die recht typisch zeigen, wie zweifelhaft dergleichen Versuche sind:

Tab. XXX, A. $^{25}/_{2}$ 96 nachm. A. L. Vergleich zweier Zeiträume, die durch gleichförmige Töne ausgefüllt wurden.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h
Anzahl . .	11	3	4	11	2	6	10
Länge. . .	5,7	6,1	6,0	5,8	5,8	5,8	5,8

Während des ersten Reizes, Phase b-d, findet sich hier allerdings eine Pulsverlängerung, der zweite hat jedoch gar keinen Einflufs. In der nächsten Kurve ist das Verhältnis umgekehrt:

Tab. XXX, B. $^{25}/_{2}$ 96 nachm. A. L. Vergleich zweier Zeiträume, die durch gleichförmige Töne ausgefüllt wurden.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h
Anzahl . .	11	6	15	4	4	6	5
Länge. . .	5,7	5,7	5,5	5,6	5,3	6,0	5,2

Hier ist eine geringe Pulsverkürzung als Folge des letzten Reizes, indem Phase e-h durchschnittlich 5,5 gegen 5,6 in der Phase d-e zeigt; während des ersten Reizes geschieht aber gar keine Veränderung. Da Mentz nicht angibt, wie viele Versuche dieser Art er angestellt hat, ist es unmöglich, zu entscheiden, ob seine »konstanten« Resultate etwas mehr sind als ein paar einzelne glückliche Zufälligkeiten.

[1] L. c. S. 564.

DIE GEFÜHLE.

Unlustzustände. Im Vorhergehenden untersuchten wir ausschliefslich diejenigen körperlichen Äufserungen, welche teils andauernde Zustände der Aufmerksamkeit, teils Änderungen der Richtung der Aufmerksamkeit begleiten. Wir suchten hierbei den Einflufs des Bewufstseinsinhalts, auf den die Aufmerksamkeit notwendigerweise gerichtet sein mufs, zu eliminieren. Dafs eine solche Elimination gelungen ist, scheint denn auch daraus hervorzugehen, dafs wir ziemlich konstante Reaktionen erhielten, wie die Beschaffenheit der angewandten Reize und die Gefühlsbetonung der hierdurch erzeugten Bewufstseinszustände auch waren; hierbei ist jedoch zu beachten, dafs eben die Gefühlsbetonung stets nur eine schwache war. Sobald diese nämlich stärker wird, treten neue Erscheinungen auf, so dafs die Reaktion kein reiner Ausdruck der Änderung der Aufmerksamkeit wird. Die der Gefühlsbetonung charakteristischen Äufserungen werden wir nun im Folgenden auseinandersetzen, und zwar untersuchen wir vorerst die Unlustzustände, so wie diese bei Individuen zum Vorschein kommen, die sich anfänglich in normalem Gleichgewicht des Gemüts befinden.

Nimmt man eine Reihe von Kurven vor, die unter dem Einflusse verschiedener unlusterregender Reize aufgezeichnet sind, so sieht man sofort, dafs die Gefühlsbetonung eine gewisse, nicht unbeträchtliche Stärke erreichen mufs, damit die Reaktion von derjenigen, welche die blofse Änderung der Aufmerksamkeit kennzeichnet, überhaupt abweichend wird. Ein Beispiel gibt:

Tab. XXX, C. $^{26}/_{10}$ 96 vorm. J. N. Bei ⅄ ein Theelöffel voll einer 0,25 % haltigen Zitronensäure eingegeben; schwach unangenehm. Plethysmogramm des linken Arms, rechte Radialis.

Die Volumenkurve zeigt weiter nichts als die bekannten Äufserungen der willkürlichen Aufmerksamkeit. Die Messung gibt nämlich:

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl. . .	22	3	6	15	11
Länge . . .	5,3	4,7	5,4	5,1	5,4

Hier sieht man also erst ein kurzes Steigen mit verkürztem Puls, darauf ein Sinken mit verlängerten, dann wieder ein Steigen mit verkürzten Pulsen, worauf die Pulslänge ungefähr bis zur Norm zurückkehrt. Dies enthält gar nichts Neues. Bei einem Geschmacksreize wie dem hier angewandten, wo die V-P den Stoff verschluckt, wird der Unlustzustand natürlich von verhältnismäfsig langer Dauer sein, wenn er auch nur schwach ist. Wird dagegen die Unlust nur eine ganz kurze und vorübergehende, so erhält man eine Reaktion, die mehr das Gepräge der unwillkürlichen Aufmerksamkeit trägt, mit vorwiegender Pulsverlängerung.

Tab. XXX, D. $^{4}/_{5}$ 96 abends. A. L. Bei ⅄ kurze Einwirkung heifsen Wassers, 68° C.; nicht besonders unangenehm.

Der Wärmereiz wurde in der Weise ausgeübt, dafs auf den entblöfsten linken Arm (das Plethysmogramm ist am rechten Arm genommen) eine kleine Glaskolbe mit heifsem Wasser von der angegebenen Temperatur gesetzt wurde; die Kolbe wurde sogleich wieder entfernt, die Empfindung war aber doch zu stark, um angenehm genannt werden zu können. Die Volumschwankungen sind hier ganz dieselben wie früher, die Messung zeigt aber entschiedene Pulsverlängerung.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . .	17	2	7	13	11
Länge . . .	5,7	4,9	6,2	5,9	6,3

Die beiden hier beobachteten Verhältnisse scheinen ganz konstant einzutreten, welche Art von Reizen man auch benutzen möge. Ist die Empfindung nur schwach unangenehm, so erhält man Pulsverlängerung bei kurzen, Pulsverkürzung bei längeren Reizen.

Tab. XXXI, A. $^{15}/_{12}$ 96 nachm. J. N. Bei ⅂ eine geringe Menge Äthers an den rechten Arm gespritzt, etwas unangenehm. Plethysmogramm des linken Arms.

Die bekannten Volumschwankungen wiederholen sich hier. Das starke Sinken am Ende der Kurve rührt davon her, dafs die Kälteempfindung bestimmte Associationen der V-P erregte. Die Messung zeigt eine allerdings sehr geringe Pulsverkürzung:

Phase	a-b	b-c	c-d	d-e
Anzahl . . .	18	2	7	11
Länge	5,4	5,0	5,6	5,3

Der Durchschnitt der Phase b-e ist 5,3, also doch kleiner als der von a-b. Es liegt wohl die Ansicht nahe, dafs wir bei den letzten beiden Versuchen nur mit der spezifischen Wirkung der Wärme und Kälte auf den Herzschlag zu thun haben. Wie wir später sehen werden, kommt ein solcher besonderer Einflufs wirklich vor, ist der Reiz aber so stark lokal begrenzt, wie es hier der Fall war, so mufs er viel kräftiger und länger sein, um direkt auf das Herz influieren zu können. Und wenn dies geschieht, erzeugt die Kälte bekanntlich Pulsverlängerung, die Wärme Pulsverkürzung, während die Versuche hier gerade das Gegenteil zeigten. Die Annahme ist deshalb berechtigt, dafs die gefundenen Reaktionen durchaus nichts andres ausdrücken, als die stattgefundenen Änderungen der Aufmerksamkeit. Wir müssen also zu verhältnismäfsig intensiveren Reizen greifen, wenn wir etwas den Unlustgefühlen Eigentümliches in den Reaktionen zum Vorschein bringen wollen.

Im Folgenden gebe ich nun erst eine Reihe von Versuchen wieder, die mit Geschmacksreizen angestellt wurden. Die verschiedenen Stoffe wurden alle in Auflösung gegeben, bei jedem Versuche ungefähr ein Theelöffel voll. Weshalb es, wie Mentz irgendwo kategorisch bemerkt, »fehlerhaft« sein sollte, die V-P den Stoff verschlucken zu lassen, hat mir nie einleuchten wollen. Intensive Geschmacksempfindungen erhält man selten, bevor der Stoff so tief in den Schlund hinab gelangt ist, dafs das Verschlucken schwer zu vermeiden ist; jedenfalls würde es ernstliche Störungen der Kurven herbeiführen, sollte die V-P ihn wieder aufbrechen. Und eine physiologische Intoxikationswirkung braucht man bei den geringen Mengen unschädlicher Stoffe, von deren Anwendung hier die Rede ist, wirklich nicht zu befürchten. Ich habe deshalb in allen Fällen meine Versuchspersonen die kleine dargereichte Dosis ruhig verschlucken lassen.

Tab. XXXI, B. $^{31}/_{3}$ 96 nachm. A. L. Bei N 1 eine

10% haltige Auflösung schwefelsauren Chinins, bei N 2 sehr unangenehmer Geschmack.

Hier finden sich an allen Punkten deutliche Abweichungen von der blofsen Konzentration der Aufmerksamkeit. Die Atmung zeigt gleich nach dem Reiz ein Stocken, darauf folgen einige tiefe Atemzüge; der fernere Verlauf ist ziemlich unregelmäfsig. Die Volumkurve zeigt allerdings, ebenso wie bei schwächeren Reizen, ein Sinken und Steigen, es fällt hier aber sehr in die Augen, dafs die Pulshöhe, solange das Volumen unter dem gewöhnlichen Niveau liegt, bedeutend abnimmt; erst wenn das Volumen wieder bis zur Norm emporgestiegen ist, erhalten die Pulse ihre ursprüngliche Höhe, die sie sogar noch ein wenig überschreiten. Auch an anderen Punkten finden sich Abweichungen von dem früher Wahrgenommenen. Das Sinken dauert länger, als man es gewöhnlich bei einer Änderung der Aufmerksamkeit antrifft, und die Pulsverkürzung ist viel bedeutender.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g
Anzahl . .	21	2	11	10	7	11
Länge . . .	5,1	4,4	4,4	4,3	4,8	4,8

Zugleich zeigt die Messung, dafs die Pulslänge während der Volumsteigung zunimmt, so dafs die stärkste Steigung, in der Phase f-g, Pulslängen aufzeigt, welche gröfser sind als die während des Sinkens, in der Phase c-d. Dies ist ganz das Gegenteil von dem, was wir vorher antrafen; bei allen Änderungen der Aufmerksamkeit sinkt das Volumen mit relativ langen, steigt aber mit kürzeren Pulsen. Alle hier berührten Eigentümlichkeiten werden wir nun in den folgenden Kurven wiederfinden, bald kann der eine, bald der andere Zug mehr hervortreten, schwerlich wird man aber irgendwo einen einzigen derselben gänzlich vermissen.

Tab. XXXI. C. $^{19}/_{10}$ 96 vorm. A. L. Bei N 1 schwefelsaures Chinin, bei N 2 geschmeckt. Volumen des linken Arms, rechte Radialis.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . . .	9	3	8	14	31
Länge . . .	5,1	4,4	4,1	4,2	4,8

Der Versuch ist ganz derselbe wie der vorhergehende und gibt auch dasselbe Resultat, nur mit kleinen, unwesentlichen Modifikationen. In der Atmung ist dieselbe Stockung mit nachfolgenden höheren Atemzügen zu sehen; in der Volumsenkung ist die Abnahme der Pulshöhe nicht so hervortretend, um so mehr die supernormalen Pulshöhen gegen Ende des Versuchs. In der Steigung d-e ist die Pulslänge gröfser als in der Senkung c-d. An anderen Versuchspersonen findet man das nämliche, fortwährend mit geringen Variationen.

Tab. XXXI, D und XXXII, A. $^{16}/_{11}$ 96 vorm. J. N. Bei N schwefelsaures Chinin. XXXII, A ist die unmittelbare Fortsetzung von XXXI, D. Plethysmogramm des linken Arms, rechte Radialis.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g
Anzahl . .	16	37	9	6	13	29
Länge . . .	5,8	5,2	5,3	5,3	5,3	5,4

Am meisten fällt hier die sehr lange und starke Volumsenkung auf; kleine Störungen der Kurve, von der Thätigkeit des Müllerschen Ventils herrührend, sind an mehreren Orten zu sehen, zum letztenmal eben vor c — so lange dauert also das Sinken. Während des folgenden Steigens findet sich deutliche Pulsverlängerung; hervortretend ist endlich die supernormale Pulshöhe in der Phase f-g. Ganz analoge Reaktionen erhält man durch andere unangenehme Geschmacksreize, was aus folgendem Versuche zu ersehen ist, der keines Kommentars bedarf.

Tab. XXXII, B u. C. $^{26}/_{10}$ 96 vorm. J. N. Bei N eine 5 % haltige Zitronensäure, höchst unangenehmer Geschmack. Volumen des linken Arms, rechte Radialis.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . . .	30	3	26	15	13
Länge . . .	5,4	4,3	4,8	4,8	4,9

An demselben Tage, aber nach einer längeren Pause und vorhergehendem Ausspülen des Mundes, wurde der nämliche Versuch mit einer etwas schwächeren Auflösung wiederholt; die Wirkung war dieselbe, jedoch weniger hervortretend.

Tab. XXXIII, A. $^{26}/_{10}$ 96 vorm. J. N. Bei N eine 1 % haltige Auflösung von Zitronensäure.

Phase	a-b	b-c	c-d
Anzahl	16	14	19
Länge	5,2	4,8	5,3

Die Unterschiede der Intensität des Gefühls äufsern sich also wirklich durch entsprechende quantitative Unterschiede der körperlichen Äufserungen. Noch deutlicher tritt dies in den systematischen Versuchen hervor, die ich wiederholt mit allmählich anwachsender Konzentration der benutzten Auflösungen angestellt habe. Eine einzelne dieser Versuchsreihen wird zur Beleuchtung des Verhältnisses genügen:

Tab. XXXIII, B—D u. XXXIV, A. $^{22}/_{10}$ 96 nachm. A. L. Zitronensäureauflösungen verschiedener Stärke. Volumen des linken Arms, rechte Radialis.

Wir gehen die Kurven einzeln durch. XXXIII, B zeigt die Wirkung von 0,5 % haltiger Zitronensäure, die nicht übertrieben unangenehm war, aber dennoch alle eigentümlichen Äufserungen des Unlustgefühls bietet:

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . .	9	2	9	4	11
Länge . . .	4,8	4,4	3,9	4,3	4,5

Nach einem Aufenthalt von $^1/_2$ Min., während dessen der Mund sorgfältig ausgespült wurde, sind die Kurven C u. D genommen; D ist die unmittelbare Fortsetzung von C. Bei ∧ in der Kurve C wurde die gewöhnliche Dosis einer 1prozentigen Zitronensäure eingenommen. Die Volumsenkung hält etwas länger an als in B, und die Pulshöhe nimmt mehr ab; aufserdem ist die Pulsverkürzung stärker. Bei ∧ in D wurde ohne vorhergehendes Ausspülen des Mundes eine 2prozentige Auflösung eingenommen. Wegen des vorigen Reizes wurde der Geschmack sehr abgestumpft, jedoch noch merkbar unangenehm; die Kurve zeigt auch in allen Richtungen verminderte Wirkung, namentlich findet sich, wie die Messung zeigt, nur geringe Veränderung der Pulslänge:

Phase .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i	i-k	k-l
Anzahl .	13	10	9	5	11	15	2	8	14	12
Länge .	5,0	4,0	4,0	4,0	4,6	4,5	4,4	4,1	4,5	4,8

Der Unterschied zwischen dem Einflusse der beiden Reize ist sehr deutlich; bei dem ersten fällt die Puls-

länge von 5,0—4,0, bei dem zweiten nur von 4,5—4,1. Der Versuch scheint mir darum besonders interessant, weil er zeigt, wie einem schwächeren Gefühl eine schwächere Reaktion entspricht, trotzdem der Reiz kräftiger ist; der psychische Zustand und die körperliche Äufserung befinden sich in Übereinstimmung, sind von der objektiven Gröfse des Reizes unabhängig. Sobald die subjektive Empfänglichkeit bis zur normalen Gröfse angewachsen ist, können wir also aufs neue eine kräftige Äufserung erwarten. Dies sieht man auch XXXIV, A, die nach einer kurzen Unterbrechung genommen ist, während deren der Mund sorgfältig ausgespült wurde; bei N 5prozentige Zitronensäure. Die Volumsenkung ist hier stärker und andauernder als in irgend einem der vorhergehenden Fälle; die Pulshöhe hat ebenfalls mehr abgenommen. Dafs dasselbe auch von der Pulslänge gilt, geht aus der Messung hervor:

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g
Anzahl . .	11	2	10	8	18	19
Länge . . .	4,9	4,2	4,0	3,8	4,2	4,8

Ganz ähnliche Verhältnisse beobachtet man auch bei unangenehmen Geruchsreizen, diese mögen eigentliche Geruchsempfindungen hervorrufen oder auch nur als schmerzhafte Irritation der Schleimhäutchen der Nase wirken. Die Reaktionen werden doch keine so entschiedenen wie bei Geschmacksreizen, wahrscheinlich weil selten eine so lange und intensive Reizung gelingt. Ist der Geruch nicht sonderlich unangenehm, so wird auch die körperliche Äufserung schwächer, dem analog, was wir bereits über die Geschmacksempfindungen erfahren haben. Wirkt der Stoff dagegen sehr irritierend auf die Schleimhäutchen, so unterläfst die V-P rein instinktmäfsig das Atemholen und atmet nur sehr schwach durch den Mund, weshalb der Reiz also ein verhältnismäfsig kurzer wird. In allen Fällen erzielt man deshalb nur eine geringere Wirkung. Beispiele dieser Art sind in den folgenden drei Kurvenreihen gegeben, wo das Sinken des Volumens, die Abnahme der Pulshöhe und die Verkürzung des Pulses zwar überall zu gewahren sind, jedoch weniger entschieden und regelmäfsig als bei den Geschmacksreizen.

Tab. XXXIV, B. $^{1}/_{10}$ 96 nachm. P. L. Bei ⌐ Ammoniak.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . . .	6	10	5	12	10
Länge . . .	4,7	4,5	4,2	5,3	4,9

Tab. XXXIV, C. $^{15}/_{12}$ 96 nachm. J. N. Bei ⌐ Schwefelkohlenstoff. Volumen des linken Arms.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . . .	19	3	4	27	6
Länge . . .	5,1	4,9	5,1	4,9	5,1

Tab. XXXIV, D. $^{29}/_{9}$ 96 nachm. A. L. Bei ⌐ Asa foetida.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g
Anzahl . .	9	6	3	7	4	8
Länge . . .	4,7	5,1	4,4	4,4	4,0	5,3

Die am stärksten unlustbetonten Empfindungen, die sich durch äufsere Reize hervorrufen lassen, erhalten wir im allgemeinen wohl mittels der Hautsinne; wo es sich aber um Versuche handelt, ist es mit gewissen Schwierigkeiten verbunden, diese Sinne anzugreifen. Stiche oder ähnliche schmerzhafte Eingriffe sind erstens sehr schwer an Stärke zu regulieren, und ferner geben sie leicht den Anlafs zu Gemütsbewegung verschiedener Art. Dasselbe gilt von Induktionsströmen, die den meisten Menschen ein gewisses Entsetzen einflöfsen. Aufserdem erzeugen starke Induktionsströme fast unvermeidlich Muskelkontraktionen, welche die Kurven stören. In gewissen Fällen, namentlich bei der Untersuchung analgetischer Zustände, sind sie ein höchst wertvolles Hilfsmittel, weil ihre Stärke sich leicht regulieren läfst und sie selbst bei lange anhaltender Wirkung keine ernstliche Beschädigung nach sich ziehen; bei Versuchen an normalen Individuen habe ich indes aus den angeführten Gründen selten reine Resultate erzielt. Besser gelingen dergleichen Versuche, wenn man Wärme und Kälte in Anwendung bringt. Die Intensität läfst sich leicht angemessen machen; man kann dieselbe hinlänglich unangenehm machen, ohne dafs sie Beschädigungen bewirkt, und endlich sind alle Menschen aus dem täglichen Leben

mit dergleichen Reizen so vertraut, dafs diese selten unerwünschte Gemütsbewegungen veranlassen. In Tab. XXXV—XXXVII gebe ich eine Reihe solcher Versuche wieder, die in mehreren Beziehungen Interesse darbieten.

Tab. XXXV, A u. B. $^{29}/_{10}$ 96 nachm. Dr. B. Bei ⌐ Wasser von 80° C. in einer Kolbe auf den rechten Arm gesetzt. Das Plethysmogramm am linken Arm genommen. B ist die unmittelbare Fortsetzung von A.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g
Anzahl . .	17	15	15	15	16	16
Länge . . .	4,6	4,1	3,9	4,7	4,7	4,8

Die heifse Glaskolbe war mit dem Arm in Berührung, bis die V-P selbst das Zeichen zu ihrer Entfernung gab, weil der Schmerz zu stark wurde. Die Kurve zeigt auch sehr entschieden alle früher gefundenen Kennzeichen der Unlustgefühle, sowohl in der Atmung als im Volumen, sowohl in der Höhe als der Länge der Pulsschläge. Da der Reiz so stark lokal begrenzt war und vielmehr Schmerz als eigentlich eine Wärmeempfindung erzeugte, hat es keine grofse Wahrscheinlichkeit für sich, dafs die pulsverkürzende Wirkung der Wärme sich hier hätte geltend machen können. Die Messung zeigt denn auch, dafs die Pulsverkürzung schnell einer Pulsverlängerung weicht. Im folgenden Versuch kann es dagegen kaum zweifelhaft sein, dafs der Reiz dauerhaften Einflufs auf den Herzschlag hinterläfst.

Tab. XXXV, C u. D. $^{5}/_{11}$ 96 nachm. A. L. Bei ⌐ Chloräthyl an den rechten Arm; das Besprengen hörte erst auf, als die V-P in ein brüllendes Au! ausbrach. Volumen des linken Arms, rechte Radialis. D ist etwa 1 Min. nach C genommen.

Die Kurve zeigt starkes Sinken des Volumens, das sich bis nach dem Aufhören des Besprengens fortsetzt. Die Verminderung des Volumens ist so grofs, dafs der Schreibhebel der Veränderung nicht zu folgen vermag, und die Kurve wird deshalb zur Geraden reduziert, da der Experimentator nicht dafür sorgte, das Ventil zu öffnen. Auf dem gleichzeitig aufgenommenen Sphygmogramm läfst sich indes die Pulslänge während eines

Teils dieser Zeit messen. Gegen Ende der Kurve C war eine Zone des Cylinders vollgeschrieben; man hielt nun mit dem Aufzeichnen inne, bis der Puls in der Volumkurve wieder sichtbar zu werden anfing, was ungefähr 1 Min. dauerte. Darauf wurde D genommen. Besonderes Interesse bieten die Pulslängen dar:

Phase .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h
Anzahl.	8	15	19	9		14	26
Länge .	5.2	5,0	4,5	5,4		5,3	5,6

Gleich beim Eintreten der Kälteempfindung fängt die Pulslänge also an abzunehmen, und diese Verminderung dauert bis nach dem Aufhören des Reizes, weicht dann aber einer sehr bedeutenden Pulsverlängerung, welche die Norm überschreitet. Da die sehr intensive lokale Kälteempfindung zur Folge hatte, dafs die V-P am ganzen Körper Kälteempfindungen bekam, so ist es verständlich, dafs hier eine anhaltende Pulsverlängerung erscheint, die eine dauerhafte Abkühlung eines gröfseren Teils des Körpers konstant begleitet (vgl. Tab. XX, D; siehe S. 74).

Ist der lokale Kältereiz weniger intensiv, aber doch hinlänglich unangenehm, so gewahrt man auch nur die pulsverkürzende Wirkung der Unlust ohne hinterherfolgende anhaltende Pulsverlängerung. Dies geht aus den folgenden Kurvenreihen hervor:

Tab. XXXVI, A u. B. $^{16}/_{11}$ 96 vorm. J. N. Bei ⌐ Besprengung des rechten Arms mit Äther. Plethysmogramm des linken Arms, rechte Radialis. B ist die unmittelbare Fortsetzung von A.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g
Anzahl . . .	19	24	4	18	11	15
Länge . . .	5,6	5,4	5,6	5,6	5,2	5,5

Bei diesem Versuch war das Müllersche Ventil in die Leitung eingefügt, was sich durch die zahlreichen kleinen Störungen der Volumkurve anzeigt. Die letzte derselben findet sich unmittelbar vor c; die Messung zeigt also, dafs die Pulsverkürzung gerade ebenso lange dauert wie die Volumsenkung; darauf kehrt die Pulslänge zur Norm zurück.

Bei allen diesen Versuchen wurde der Reiz stets an dem nicht im Plethysmographen eingeschlossenen Arm angebracht, natürlich um zu verhüten, dafs die wahrgenommenen Volumveränderungen direkt verursachte, rein lokale Erscheinungen würden. Da es indes auch von Interesse war, die Wirkung der Kälte- und Wärmereize auf andere, am liebsten gröfsere Teile der Oberfläche des Organismus zu betrachten, wurden zahlreiche Versuche mit dem oben erwähnten Stiefel angestellt, wobei der Fufs und das Bein bis etwa zur Mitte der Wade einer Abkühlung oder Erwärmung ausgesetzt wurden. Zwei dieser Versuche (Tab. VI—VIII) wurden bereits oben beschrieben (S. 46—50); ich gebe hier nur die Messung des letzteren derselben wieder, der ein typisches Bild der vorkommenden Pulsveränderungen darbietet. Die Wirkung schwächerer und stärkerer Kälte geht aus Tab. VII. D und VIII, A hervor.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h
Anzahl . .	16	5	5	23	12	16	25
Länge . .	5,5	6,3	5,6	5,7	5,3	5,6	6.2

In der Phase b-e findet sich eine bedeutende Pulsverlängerung infolge der schwachen Abkühlung, die dadurch hervorgerufen wurde, dafs die Luft Zutritt zum Fufse erhielt, der vorher mit Wasser von 35° C. umgeben war. Die hierauf folgende stärkere Abkühlung durch Wasser von 6° C.. in der Phase e-f, bewirkt sogleich eine Pulsverkürzung, die rasch in eine die Norm überschreitende Pulsverlängerung übergeht. Es geht hieraus hervor, dafs die Kälte durchweg Pulsverlängerung erzeugt. ausgenommen, wenn sie schmerzhaft ist, denn alsdann hat sie, wie jeder andere unlusterregende Reiz, Pulsverkürzung zur Folge. Bei der Einwirkung der Wärme stellt sich das Verhalten dagegen ganz anders. Sogar ein nur wenig intensiver Wärmereiz, der nur momentan unangenehm ist, bewirkt eine Verkürzung des Pulses von beträchtlicher Dauer, worauf ein Zunehmen folgen kann, was doch keineswegs immer geschieht. Ein Beispiel hiervon gibt Tab. VIII, B u. C. Die Messung zeigt:

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g
Anzahl. . .	13	21	10	13	24	21
Länge . . .	6,1	5,5	5,1	5,1	5,7	6,3

Die bei ⌇ 2 eintretende Wärmeempfindung bewirkt also Verkürzung in der Phase c-e, und erst bei f ist die Pulslänge entschieden gröfser als in dem vorhergehenden Normalzustand, Phase a-c. Ein anderer Versuch, der genau dieselben typischen Veränderungen der Pulslänge durch Kältereize zeigt, gibt dagegen keine Zunahme der Pulslänge nach dem Wärmereize. Dieses Experiment ist wiedergegeben:

Tab. XXXVI, C u. XXXVII, A—D. $^{3}/_{12}$ 96 nachm. A. L. Kälte- und Wärmereiz am Fufse. Volumen des linken Arms, rechte Radialis.

Anfänglich war der Fufs in Wasser von 35° C. angebracht. Bei ⌐1 in XXXVI, C flofs das Wasser ab; die hierdurch eintretende schwache Abkühlung führt die gewöhnlichen Veränderungen herbei. Bei ⌐2 wurde 6° kaltes Wasser in den Stiefel gegossen; das Wasser flofs nur hindurch, das Zeichen gibt die Dauer des Reizes an. Der fernere Verlauf ist aus XXXVII, A, der unmittelbaren Fortsetzung, zu ersehen. Die Messung zeigt ganz dieselben Resultate wie der oben besprochene Versuch:

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h
Anzahl . .	20	18	3	10	12	9	21
Länge . . .	5,1	5,2	4,8	4,9	5,3	6,3	5,7

Hier haben wir also wieder Pulsverlängerung bei der schwachen Abkühlung in der Phase b-c, Pulsverkürzung beim Kälteschmerz in der Phase c-e, darauf aber Verlängerung. XXXVII, B, die unmittelbare Fortsetzung von A, ist deshalb von Interesse, weil hier der Moment markiert ist, in welchem die bekannte Reaktion nach der Abkühlung eintrat. Bei ⌇ gab die V-P an, eine deutliche Wärmeempfindung zu haben, dies fällt, wie die Kurve zeigt, ungefähr in den Schlufs einer Volumsteigung. Nach einer Pause von etwa 1 Min. wurde die Kurve C und als unmittelbare Fortsetzung D genommen. Bei ⌐ wurde 44° C. warmes Wasser in den Stiefel gegossen, wo es stehen bleiben durfte. Solange das Eingiefsen dauerte, bewirkte die Wärme ziemlich lebhaften Schmerz, der sich indes gleich verlor; sowohl die Atmung, als das Volumen, die Pulshöhe und die Pulslänge zeigen denn auch die bekannten Eigentümlichkeiten der Unlust. Die Messung gibt:

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g
Anzahl . . .	10	2	10	11	15	25
Länge . . .	5,6	5,5	5,2	5,4	5,4	5,6

Hier erreicht die Pulslänge nur ihre ursprüngliche Norm, ohne sie jedoch zu überschreiten.

Das Resultat aller vorhergehenden Untersuchungen wird also folgendes:

Stark unlustbetonte Empfindungen bewirken sogleich ein Stocken der Atmung, gefolgt von einigen tiefen Atemzügen, worauf diese mehr oder weniger unregelmäfsig wird. Das Volumen zeigt starke und oft anhaltende Senkung mit bedeutender Abnahme sowohl der Pulshöhe, als der Pulslänge. Wenn das Volumen wieder steigt, beginnt auch die Pulshöhe zuzunehmen, und diese überschreitet oft die Norm, wenn das Volumen sein ursprüngliches Niveau erreicht hat. Bei schwächerer Unlust fängt die Pulslänge ebenfalls zu wachsen an, wenn das Volumen steigt; ist die Unlust eine sehr starke, so nimmt die Pulslänge während der ersten Steigung noch ferner ab, fängt aber regelmäfsig zu wachsen an, bevor das Volumen sein ursprüngliches Niveau erreicht hat; die Pulslänge ist jedoch hier gewöhnlich noch bedeutend kleiner als die Norm. Nur bei starken Kältereizen findet eine Ausnahme hiervon statt, indem die Pulslänge meistens die Norm überschreitet, sobald das Volumen zu wachsen anfängt.

Bei der Untersuchung der Spannung wies ich nach, dafs die durch äufsere Reize hervorgerufenen Puls- und Volumveränderungen geradezu Resultanten derjenigen Veränderungen sind, welche die beiden gleichzeitig gegebenen psychischen Zustände, nämlich die Abnahme der Spannung und die neue Konzentration der Aufmerksamkeit, jeder für sich herbeiführen würden. Es ist deshalb auch ziemlich wahrscheinlich, dafs die oben nachgewiesenen Reaktionen während der Unlustzustände ebenfalls Resultanten derjenigen Wirkungen sind, welche die Änderung der Aufmerksamkeit und die entstandene

Unlust jede für sich hervorrufen würden. Dies zu beweisen, ist natürlich jedoch nicht möglich, weil ein starkes Unlustgefühl sich nicht ohne gleichzeitige Konzentration der Aufmerksamkeit hervorbringen läfst, und vermögen wir also nicht, die Äufserungen jedes der beiden Zustände für sich zu bestimmen, so können wir auch nicht ihre Resultante konstruieren. Wie wir später, namentlich unter den Lustgefühlen, sehen werden, deutet vieles darauf hin, dafs gleichzeitige psychische Veränderungen wirklich voneinander unabhängig wirken, so dafs ihre körperlichen Äufserungen in jedem einzelnen Moment die Summe (oder Differenz) der Veränderungen werden, welche jeder Zustand für sich hervorrufen würde. Wenden wir diesen Satz auf die gefundenen Unlustreaktionen an, so mufs man also alles, wodurch diese sich von der blofsen Konzentration der Aufmerksamkeit unterscheiden, nämlich ein geringes, aber anhaltendes Sinken des Volumens, starke Pulsverkürzung und Abnahme der Pulshöhe, eben die Äufserungen des Unlustzustandes sein. Wir werden nun gleich im Folgenden sehen, dafs diese Verhältnisse sich auch in mehr zusammengesetzten Unlustzuständen wiederfinden, insofern andre gleichzeitige Veränderungen sie nicht bekämpfen und aufheben. Hierzu ist aber doch noch eins zu bemerken.

Man weifs noch durchaus nichts davon, wozu die verschiedenen organischen Veränderungen dienen, deren zusammengedrängtes Bild wir in den aufgenommenen Plethysmogrammen erhalten. Wir sahen jedoch bereits und werden dies im Folgenden ferner bestätigt finden, dafs diese Veränderungen in hohem Grade konstant, gesetzmäfsig sind. Es geht daher durchaus nicht an, zu behaupten, diese körperlichen Veränderungen seien mehr oder weniger zufällige Äufserungen derjenigen Energieumsätze, die während der psychischen Thätigkeit im Gehirn vorgehen[1]. Weit wahrscheinlicher ist die Ansicht, dafs die organischen Veränderungen zweckmäfsige Mafsregeln sind, mittels deren das Zentralnervensystem seinen Blutzufluſs reguliert und sich überhaupt darauf einstellt, eben die von den vorhandenen

---

[1] J. Breuer und S. Freud: Studien über Hysterie. Wien 1895. S. 176.

psychischen Zuständen erheischte Arbeit auszuführen. Unter dieser Voraussetzung wird es ebenfalls verständlich, dafs jeder neue, zu den bereits bestehenden hinzutretende Zustand auch neue Mafsregeln, fernere organische Veränderungen erfordert, die zu den vorher gegebenen einfach addiert werden. Dies kann wahrscheinlich aber nur eine Zeitlang so gehen. Denken wir uns eine Dampfmaschine so eingerichtet, dafs sie selbst unter den Kessel heizt, und zwar um so stärker, je mehr Arbeit von ihr verlangt wird. Heizt sie nun immer stärker, so wächst der Druck des Dampfes und mithin die von der Maschine geleistete Arbeit. Hätte der Druck aber eine gewisse Gröfse erreicht, so würde sich das Sicherheitsventil öffnen, und von diesem Augenblick an würden wir keine vermehrte Arbeit erhalten. Ähnlicherweise scheint es im Organismus herzugehen. Hat der psychische Zustand, der erhalten werden soll, einen gewissen Grad der Komplikation erreicht, so scheint das Gehirn seine Leistungsfähigkeit nicht mehr dadurch erhöhen zu können, dafs es zu den bereits bestehenden organischen Veränderungen neue hinzuaddiert; es öffnet dann ein Sicherheitsventil, und ganz neue Erscheinungen treten im Organismus ein.

Im Folgenden werden wir an mehreren Punkten Gelegenheit erhalten, dies zu beobachten. Solange der psychische Zustand kein gar zu komplizierter wird, ist die körperliche Reaktion geradezu die Summation der Reaktionen der einzelnen Teilzustände; dies ist aber nur bis zu einem gewissen Punkte gültig. Natürlich ist es nicht möglich, auf irgend eine Weise anzugeben, wie kompliziert ein Zustand sein mufs, damit die Reaktion nicht mehr eine einfache Summation werde, wir werden indes erfahren, dafs bei tieferen Gemütsbewegungen und Stimmungen, wo der gesamte latente Bewufstseinsinhalt des Individuums mit ins Spiel gerät, körperliche Veränderungen zum Vorschein kommen, die sich nicht durch eine Analyse des seelischen Zustandes erklären lassen. In gröfserer Ausdehnung habe ich dergleichen zusammengesetzte psychische Erscheinungen, die eigentlichen Affekte und Stimmungen, indes nicht untersucht. Dieselben sind auf experimentellem Wege bekanntlich ziemlich schwer hervorzurufen, und da unser Verständnis

von den Reaktionen der einfachen und nicht zusammengesetzten Zustände und von deren Bedeutung bis jetzt noch fast gleich null ist, wird es vorläufig ziemlich erfolglos sein, die Untersuchungen auf die komplexen Erscheinungen auszudehnen. Ich beschränke mich deswegen im Folgenden fast ausschliefslich auf die Behandlung solcher Fälle, die sich gelegentlich von selbst darboten.

Tab. XXXVIII, A. $^{19}/_{11}$ 96 nachm. A. L. Schreck. Volumen des linken Arms, rechte Radialis.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . . .	12	4	8	9	21
Länge . . .	4,8	4.6	4,7	4,4	4,8

Der Versuch bezweckte eigentlich nur, einen der gewöhnlichen Fälle des Erschreckens hervorzurufen, zu welchem Zweck eine Flasche am Boden zerschmettert wurde. Da es der V-P indes nicht einleuchtete, dafs die Flasche vorsätzlich zerschlagen war, erzeugte dieses Ereignis aufser dem augenblicklichen Chok zugleich einen anhaltenderen Unlustzustand, einen Schreck, dafs ein Unfall geschehen sei. Die Messung zeigt auch, wie die pulsverlängernde Wirkung des Erschreckens die Pulsverkürzung des anhaltenderen Unlustzustandes bekämpft, so dafs die Verkürzung nur wenig hervortritt. Tab. XX, C zeigt einen Übergangsfall, wo der Schreck sehr rasch verschwand, weshalb die Pulsverkürzung noch weniger hervortritt.

Unter allen Affekten möchte wohl tiefer Kummer derjenige sein, der sich am schwierigsten auf experimentellem Wege hervorrufen läfst — jeder Versuch, einen solchen Zustand hervorzubringen, wird in der V-P natürlich den Verdacht erregen, es geschehe um des Experiments willen, und alsdann wird das Bezweckte nicht erreicht. Da das Leben aber gar nicht so selten derartige Affekte mit sich bringt, und da diese gewöhnlich eine deprimierte Stimmung hinterlassen, die oft von sehr bedeutender Dauer ist, geschieht es ziemlich oft, dafs die Versuchspersonen sich in einer solchen Gemütsstimmung im Laboratorium einfinden. Ich besitze mehrere während dieses Zustands genommene Kurven; in einigen Fällen teilte die betreffende V-P gleich bei der Ankunft mit, ihr Gemütszustand sei nichts weniger als

normal, in andern Fällen ersah ich dies aus den Kurven und erhielt auf Anfrage die Bestätigung meiner Diagnose. Die deprimierte Stimmung ist sehr leicht zu erkennen: ich gebe hier nur eine einzelne, vollkommen typische Kurve wieder:

Tab. XXXVIII, B. $^{23}/_{11}$ 96 vorm. J. N. Deprimierte Stimmung. Plethysmogramm des linken Arms.

Die Kurve zeichnet sich durch ihre grofsen Undulationen und stark hervortretenden Respirationsoszillationen aus. Leider gelang es mir nie, die Stimmung so vollständig aufzuheben, dafs eine Normalkurve zum Vergleich genommen werden konnte; es ist folglich nicht möglich, etwas darüber zu sagen, wie sich die Gröfse des Volumens und der Puls im Verhältnis zur Norm stellen. Nur ein einziges Mal habe ich eine deprimierte Stimmung während der Versuche entstehen sehen, aber auch bei dieser Gelegenheit war es unmöglich, eine Normalkurve zu erhalten; da der Fall indes einiges Licht über verschiedene Verhältnisse verbreitet, gebe ich ihn hier wieder.

Tab. XXXVIII, C u. D. $^{14}/_{4}$ 96 nachm. C. J. Spannung, von Depression abgelöst.

Wie oben S. 85 erwähnt, zeigte C. J. ebenso wie P. L. eine hartnäckige Neigung zur Spannung, die nur selten ganz aufhörte. Zu dem Zeitpunkt, da die hier vorliegenden Kurven genommen wurden, war ich noch nicht über das Verhältnis im reinen. Der Anfang von C zeigt einen Zustand entschiedener Spannung. Im Laufe von 4 Min. wurden verschiedene Versuche angestellt (in der Tafel weggelassen), deren Ergebnis mir durchaus negativ vorkam, da nicht die geringste Veränderung des Volumens eintrat. Wahrscheinlich konnte ich meinen Ärger hierüber nicht ganz verbergen, was zur Folge hatte, dafs sich in der V-P eine deprimierte Stimmung emporarbeitete; diese gibt sich am Ende der Kurve C Ausdruck. Nach mehreren ebenso mifslungenen Versuchen wurde 2 Min. später D genommen. Hier ist die Depression völlig entwickelt. Ebenso wie im vorhergehenden Falle, Kurve B, finden sich hier grofse Undulationen und stark markierte Respirationsoszillationen. Wir lernen aber zugleich noch mehr. Denn während der Spannung ist das Volumen, wie wir wissen,

ein wenig vermindert, und die Pulshöhen sind unter der Norm. Da die Depression nun keine wesentliche Veränderung zeigt, weder in betreff der Gröfse des Volumens, noch der Pulshöhe, so wird es wohl berechtigt, zu schliefsen:

Während einer deprimierten Stimmung ist das Volumen vermindert und die Pulshöhe subnormal. Durch die verschiedenen Undulationen, die niemals während der Spannung vorkommen, sind die beiden Zustände leicht voneinander zu unterscheiden.

Die Furcht, die unlustbetonte Erwartung, dafs etwas Unangenehmes eintreffen werde, läfst sich während der Versuche bei nicht so seltenen Gelegenheiten beobachten. Sie ist oft das erste Mal vorhanden, wenn jemand als V-P Dienste leistet, und sie zeigt sich ebenfalls häufig während der Vorbereitungen zu einem eingreifenderen Experiment an. Tab. IX, A—C gibt einen typischen, nur durch das Ungewohnte der Situation hervorgerufenen Zustand der Furcht wieder; man sieht, dafs sowohl das Armvolumen, als auch die Pulshöhe und die Pulslänge anwachsen, indem die Furcht abnimmt. Folglich findet man in der Furcht alle gewöhnlichen Äufserungen der andauernden Unlust, und aufserdem zeigt die Volumenkurve hervortretende Respirationsoszillationen, die ein konstantes Anzeichen gedrückter Stimmungen zu sein scheinen. Sehr ausgeprägt sind sie zu sehen:

Tab. XXXIX. A—D. $^{6}/_{5}$ 95 nachm. A. L. Betäubung mittels Stickstoffoxyduls.

Wir kommen später, in anderem Zusammenhange, auf diesen Versuch zurück, der für den Augenblick zunächst wegen seines gesamten Verlaufs Interesse hat. Die Kurve A zeigt ziemlich heftige Furcht, charakterisiert durch sehr kleinen und geschwinden Puls und gewaltige Oszillationen ohne besonders tiefe Atmung. Bei ⌇ begann die Einatmung des Stickstoffoxyduls; diese dauerte bis ⌇ 1 in der Kurve B, welche die unmittelbare Fortsetzung von A ist. Bei ⌐ 2 wurde ein kräftiger Induktionsstrom am linken Arm angebracht; seine Wirkung beschränkt sich wegen der bestehenden Analgesie zunächst auf einige Muskelkontraktionen, die

sowohl in der Atmungs-, als in der Volumkurve zu sehen sind. 5 Sek. nach B ist C genommen; hier hat die Furcht fast aufgehört, und sowohl die Pulslänge, als die Pulshöhe ist bedeutend gröfser als zu Anfang A. Endlich ist D die unmittelbare Fortsetzung von C; man sieht hier die Wirkung eines ganz kurzdauernden Induktionsstroms von derselben Stärke wie der vorher angewandte, nämlich: gewaltige Atmungsbewegungen und eine plötzliche Volumsenkung, wahrscheinlich durch Muskelkontraktionen verursacht. Auf die nähere Bedeutung des Versuches werden wir uns später einlassen; hier ist nur die von Anfang an vorhandene Gemütsbewegung und ihr Aufhören nach der Intoxikation von Interesse. Ganz rein erscheinen die Äufserungen der Furcht natürlich nicht, weil wir nicht zu entscheiden vermögen, welchen Einflufs die Intoxikation z. B. auf die Gröfse des Volumens gehabt hat; ich habe deshalb zu wiederholten Malen versucht, Furcht ohne Einwirkung solcher störenden Faktoren hervorzurufen. Ein Beispiel dieser Art, das in mehreren Beziehungen Interesse darbietet, gibt:

Tab. XL, A—D. $^{10}/_{12}$ 96 nachm. P. L. Furcht vor einer (fingierten) Betäubung mittels Stickstoffoxyduls. Volumen des linken Arms, rechte Radialis.

Die V-P hatte keine Ahnung davon, was vorgehen sollte. Bei ⌐¬ in der Kurve A sagte ich: »Werde nun nicht bange, ich mufs eine Betäubung durch Stickstoffoxydul versuchen.« Zugleich öffnete ich die Thür des Nebenzimmers, wo die V-P den Gasometer aufgestellt sah, und führte die Leitung ins Versuchszimmer, wo alles bereit gemacht wurde. Die Kurve A zeigt eine starke Volumsenkung, kleine und schnelle Pulse und aufserdem die bekannten Respirationsoszillationen. Der Verabredung gemäfs bemerkte der am Kymographen sitzende Assistent: »Der Cylinder ist fast vollgeschrieben, wir müssen den Versuch aufschieben.« Es war hiermit natürlich die Meinung, die V-P sollte Gelegenheit erhalten, sich wieder zu beruhigen, ehe wir weitergingen. Man sieht denn auch gegen Ende A eine geringe Volumsteigung mit höheren und langsameren Pulsen, aufserdem einige tiefe Respirationen, offenbar ein paar Seufzer der Erleichterung. B ist die unmittelbare Fortsetzung

von A; ganz ruhig wurde die V-P natürlich nicht während dieser Zeit, da die Betäubung ja nur aufgeschoben, aber nicht aufgegeben war. 20 Sek. später wurde C genommen. Nun wufste die V-P, dafs es losgehen sollte, und die Kurve zeigt denn auch anfangs deutliche Furcht mit heftigem Herzklopfen, das in der zackigen Form der Respirationskurve zu erblicken ist. Bei N begann die fingierte Einatmung; es war nämlich nicht die Spur von Stickstoffoxydul im Gasometer, sondern nur atmosphärische Luft. Die Einatmung wurde bis N der Kurve D, der unmittelbaren Fortsetzung von C, fortgesetzt. Während dieser Zeit wird die V-P etwas ruhiger, aber erst nach dem Aufhören der Einatmung sieht man den normalen Zustand mit grofsem Volumen, hohen und langsamen Pulsen zurückkehren. Dieser Versuch bestätigt also vollständig die Resultate der früheren, zufälligen Wahrnehmungen:

Die Furcht äufsert sich durch kleines Armvolumen mit stark verminderter Pulshöhe und Pulslänge und hervortretenden Respirationsoszillationen in der Volumkurve.

Da die Respirationsoszillationen also in Depressionszuständen konstant vorhanden zu sein scheinen, deutet dies offenbar darauf hin, dafs unter diesen Verhältnissen noch andres und mehr im Organismus geschieht als die Veränderungen des Herzschlags und der Blutgefäfse an der Oberfläche des Körpers, die sich im Plethysmogramm direkt äufsern. Dieses unbekannte Etwas, das die Oszillationen verursacht, funktioniert wahrscheinlich als eine Art Sicherheitsventil, wodurch das Hirn befähigt wird, unter den von der anhaltenden Stimmung herbeigeführten anormalen Verhältnissen einen Zustand des Gleichgewichts zu erhalten.

Schliefslich führe ich noch zwei Fälle an, wo ein starkes Unlustgefühl durch eine psychische Arbeit hervorgerufen wurde, die zwar an und für sich nicht besonders anstrengend war, der V-P aber unter den gegebenen Verhältnissen höchst unangenehm vorkam. In beiden Fällen war eine Reihe weniger ansprechender Versuche angestellt worden; die V-P safs und ruhte aus und war soeben bis zu einem gewissen Wohlbehagen gelangt, als diese angenehme Stimmung dadurch unter-

brochen wurde, dafs man das Ausrechnen einer Aufgabe von ihr verlangte. Die Unterbrechung wurde entschieden unangenehm empfunden, und die Kurven zeigen denn auch alle gewöhnlichen Merkmale der Unlust; die anhaltende Volumsenkung und die stark verminderte Pulshöhe und Pulslänge stehen in entschiedenem Widerspruch mit den gewöhnlichen Äufserungen psychischer Thätigkeit.

Tab. XLI, A. $^{29}/_{10}$ 96 nachm. Dr. B. Bei ℕ 1 Rechenaufgabe (13 × 23), die eine unangenehme geistige Anstrengung erforderte; bei ℕ 2 kam die Beantwortung. Plethysmogramm des linken Arms.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g
Anzahl . .	15	2	17	5	11	21
Länge. . .	4,5	4,3	4,0	3,7	4,4	4,1

Tab. XLI, B. $^{5}/_{11}$ 96 nachm. A. L. Angenehme Stimmung durch die Rechenaufgabe 14 × 24 unterbrochen; bei ℕ 2 die Antwort. Volumen des linken Arms, rechte Radialis.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . . .	19	3	5	9	19
Länge . . .	5,7	5,0	4,7	4,9	4,7

Unlust während Spannung. Zur Beleuchtung dieses Verhältnisses besitze ich ein sehr reichhaltiges Material, aus welchem es hervorgeht, dafs die Erscheinungen äufserst verworren sind. Die Reaktionen stellen sich verschieden, je nachdem die Spannung stärker oder schwächer ist, und überdies sind sie davon abhängig, ob die Spannung nach dem Aufhören des Reizes abnimmt oder mit unveränderter Stärke bestehen bleibt. Am leichtesten überschaulich ist das Verhältnis bei maximaler Spannung, die nach dem Aufhören des Reizes unverändert fortdauert; in diesem Falle geschieht fast gar nichts. Ein Beispiel hiervon gibt:

Tab. XLI, C. $^{21}/_{4}$ 96 vorm. C. J. Starke Spannung, bei ⊓ Ammoniak.

Phase	a-b	b-c	c-d	d-e
Anzahl . . .	19	8	9	15
Länge . . .	4,2	4,0	4,2	4,2

Die V-P gab an, der Geruch sei höchst widerlich. und sowohl die unregelmäfsige Atmung, als Störungen

der Volumkurve zeigen, dafs hier eine starke Irritation stattgefunden hat. In der Volumkurve erscheint doch nur in der Phase b-c eine zweifelhafte Senkung mit Pulsverkürzung. Nimmt dagegen die starke Spannung einige Zeit nach dem Reize ab, so erhält man die Volumsteigung der verminderten Spannung nebst deutlicher Pulsverlängerung:

Tab. XLI, D. $^{10}/_{3}$ 96 nachm. H. K. Starke Spannung; bei ⌐ 1 Schwefelkohlenstoff, die Empfindung dauerte angeblich bis ∖ 2.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . . .	22	9	13	10	23
Länge . . .	3,9	3,7	3,5	3,7	4,2

Ebenso wie in dem vorhergehenden Falle ist es eigentlich nur die Pulsverkürzung, die anzeigt, dafs ein Reiz stattgefunden hat; das Volumen bleibt unverändert. Gegen Schlufs steigt es jedoch mit vergröfserter Pulshöhe und Pulslänge, dies ist aber sicherlich keine direkte Wirkung der stattgefundenen Reizung, sondern eine spontane Verminderung der Spannung. Ein ganz ähnlicher Fall ist Tab. XXI, B gegeben, wo ein starker Ammoniakreiz nur einen sehr unregelmäfsigen Puls erzeugt; später scheint die Spannung sich ein wenig zu verlieren, indem das Volumen mit vergröfserter Pulshöhe und Pulslänge zunimmt. Die Messung zeigt nämlich:

Phase . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h
Anzahl .	17	5	2	6	4	10	8
Länge .	5,2	5,0	5,3	4,3	7,0	6,2	6,6

Zu näherer Beleuchtung der Verhältnisse gebe ich eine längere Versuchsreihe wieder, wo sowohl das Eintreten der Spannung, als deren vollständiges Aufhören sich gewahren läfst:

Tab. XLII, A—D. $^{19}/_{5}$ 95 abends. Ly. Unangenehme Geschmacksreize bei normalem Zustande und während Spannung.

Es war mein Plan, eine vollständige Reihe Geschmacksversuche mit Zitronensäure von verschiedener Konzentration durchzuführen. Ein paar schwächere Auflösungen waren versucht worden, und wir waren bis zu einer 2 % haltigen Auflösung gelangt. Die Wir-

kung der letzteren zeigt die Kurve A, die mit Ausnahme von drei sehr langen Pulsschlägen in der Phase c-d nichts Ungewöhnliches darbietet; hier sind alle Reaktionen der Unlust:

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . . .	20	2	3	9	12
Länge . . .	4,8	4,5	5,9	3,6	4,3

B ist 1 Min. später genommen. Gleich anfangs sinkt die Volumkurve mit den bekannten Anzeichen der Spannung; ich schob deshalb die Geschmacksversuche auf und liefs eine Spieldose eine heitere Melodie intonieren, von N 1 bis N 2. Gröfsere Wirkung hatte dies nicht, und in mehreren nicht wiedergegebenen Kurven setzt sich trotz verschiedener angewandter Mittel die Spannung fort. Es war augenscheinlich, dafs die V-P nicht normal werden würde, bevor der letzte Versuch mit 5% haltiger Zitronensäure ausgeführt wäre. Die Wirkung ist in der Kurve C gezeigt, die ungefähr 3 Min. nach B genommen wurde. Die Spannung besteht fast unverändert; bei N 1 sagte ich: »Geben Sie nun acht, jetzt wird es schlimm,« bei N 2 wurde die Zitronensäure eingegeben. Meine Mitteilung hatte offenbar eine fernere Zunahme der Spannung mit Verminderung des Volumens und der Pulshöhe zur Folge, so dafs der Geschmack nur wenig auf das Volumen influiert. Ein wenig später sieht man dagegen, dafs die Spannung aufhört, indem das Volumen allmählich steigt, und dies dauert in der Kurve D, der unmittelbaren Fortsetzung von C, an (die Nulllinie ist 21 mm erhoben). Die Messung zeigt Pulsverkürzung als Folge des unangenehmen Geschmacks. Pulsverlängerung beim Aufhören der Spannung:

Phase . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i
Anzahl .	9	14	4	2	19	21	28	29
Länge .	5,2	5,1	4,6	4,7	4,0	4,2	4,6	5,2

Die beiden folgenden Kurven sind sehr instruktiv, indem sie uns das nämliche Unlustgefühl, erst während starker Spannung, darauf während schwächerer Spannung wiederholt zeigen.

Tab. XLIII, A u. B. $^{23}/_{4}$ 96 nachm. P. L. Unangenehmer Wärmereiz während Spannung. B ist die unmittelbare Fortsetzung von A.

Dafs Spannung vorhanden ist, geht aus den vorausgehenden, hier nicht mitgenommenen Kurven hervor. Bei ⌐| 1 wurde auf dem linken Arm eine Kolbe mit 80° heifsem Wasser angebracht: die Wirkung ist ebenso wie früher eine sehr geringe. Bei e hat die Spannung offenbar ein wenig nachgelassen; bei ⌐| 2 wurde die Kolbe wieder auf den Arm gesetzt. Dies bewirkt eine deutliche Volumsteigung, eine Erscheinung, die bei schwächeren Reizen während der Spannung wohlbekannt ist. Gleich darauf, im Anfang von B. sinkt das Volumen indes wieder stark, um erst beim Aufhalten der Spannung, am Schlusse von B, aufs neue zu steigen. Die Pulslänge zeigt folgenden Verlauf:

Phase .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i	i-k	k-l
Anzahl.	6	3	7	10	14	5	5	15	11	15
Länge .	6.0	5,2	5,5	5,6	6,3	5,2	6,5	6,1	6,5	6,4

In beiden Fällen erzeugt die Unlust also Pulsverkürzung, diese geht aber einige Zeit nach der Reizung in Pulsverlängerung über, während die Spannung abnimmt. Das gröfste Interesse gewährt indes zweifelsohne die vorübergehende Volumsteigung mit nachfolgender Senkung, die während der verminderten Spannung bemerkt wird; die nämliche Erscheinung findet sich in der folgenden Kurve:

Tab. XLIII. C. $^{13}/_{3}$ 96 abends. A. L. Schmerzhafter Wärmereiz während Spannung.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g
Anzahl . .	11	2	3	4	10	9
Länge . . .	4,8	4,2	3,8	5,3	4,5	5,1

Der Wärmereiz wurde hier dergestalt angebracht, dafs ein tiefes Gefäfs mit 55° C. warmem Wasser von unten um den schlaff herabhängenden linken Arm geführt wurde. Bei ⌇ 1 wurde die Wärme markiert, bei ⌇ 2 war die Hitze so stark, dafs die V-P ein Gebrüll ausstiefs, worauf das Wasser sogleich entfernt wurde: bei ⌇ 3 war der Schmerz in allem Wesentlichen verschwunden. Die Kurven zeigen denn auch, dafs die Atmung von diesem Punkte an nach den gewaltigen, den Schmerz begleitenden Respirationsbewegungen wieder regelmäfsig wird. Die Volumkurve zeigt deutlich die erwähnte Volumsteigung mit nachfolgender Senkung,

worauf das Volumen allmählich steigt, während die Spannung nachläfst. Analoge Verhältnisse sieht man Tab. XLII, C.

Es ist wohl kaum zu bezweifeln, dafs alle diese Kurven uns geradezu die Summation derjenigen Äufserungen zeigen, welche die gleichzeitigen psychischen Zustände jeder für sich herbeiführen würden. Doch scheint die Volumverminderung der Unlust häufig die Oberhand zu haben, so dafs die Kurven ein sehr geringes Sinken erweisen. Am besten tritt die Kombination der gleichzeitigen Wirkungen indes hervor, wenn die anfänglich vorhandene Spannung eine verhältnismäfsig geringe ist. Während in diesem Falle ein schwächerer Reiz, wie wir oben sahen, nur ein vorübergehendes Steigen des Volumens bewirkt, erhält man bei stärkeren unangenehmen Reizen erst ein kurzes, geringes Steigen, darauf ein Sinken. Dies ist offenbar die Folge davon, dafs die Volumsenkung der Unlust länger andauert als diejenige, welche durch eine Konzentration der Aufmerksamkeit allein erzeugt wird. Sie wird deshalb nur anfänglich dem Steigen der Spannungsverminderung weichen, gewinnt aber später die Oberhand. Besonders Kurve XLIII, C verläuft offenbar ganz dem in Fig. 6 gezeichneten Schema gemäfs. Auch die Pulshöhe sieht man hier in der nämlichen Richtung variieren. Unser Resultat wird also:

Während eines bestehenden Zustands der Spannung wird ein unlusterregender Reiz die gewöhnlichen Äufserungen der Unlust hervorrufen, was die Atmung und die Pulslänge betrifft, während das Armvolumen Veränderungen zeigt, welche Resultanten der Volumsenkung der Unlust und der gleichzeitigen Volumsteigung der Spannungsverminderung sind. Ist die Spannung eine starke, so bleibt das Volumen daher fast unverändert mit schwacher Neigung zum Sinken; bei geringerer Spannung entsteht ein vorübergehendes Steigen, nachgefolgt von einem Sinken.

Lustzustände. Es ist eine bekannte Sache, dafs die körperlichen Äufserungen der Lustzustände sich nur

sehr schwer nachweisen lassen. Während ich früher fand, dafs alle einfachen Lustgefühle von einer Volumsteigung nebst vergröfserter Pulshöhe begleitet werden[1], haben die meisten späteren Forscher auf diesem Gebiete keinen wesentlichen Unterschied zwischen lust- und unlusterregenden Reizen nachzuweisen vermocht. Wie wir gleich im Folgenden sehen werden, existiert nichtsdestoweniger ein solcher Unterschied, und wenn Autoren, wie Kiesow[2], Shields[3] und Binet[4], diesen nicht zu finden vermochten, sind wahrscheinlich eine ganze Reihe zusammenwirkender Umstände daran schuld. Erstens ist es schwer, starke Lustgefühle hervorzurufen; die wahrgenommenen Wirkungen müssen deshalb auch notwendigerweise schwach sein. Hieraus folgt nun zweitens, dafs die aufgenommenen Kurven sehr deutlich sein, besonders ziemlich grofse Pulshöhen und Pulslängen darbieten müssen, damit kleine Variationen sichtbar werden können. An den mehr als mäfsigen Kurven, die Shields und Binet veröffentlicht haben, wird man nur in seltenen

[1] Die Hauptgesetze, S. 83.

[2] Kiesow: Versuche mit Mossos Sphygmomanometer. Phil. Stud. Bd. XI, S. 41 u. f.

[3] The effect of odours etc. Baltimore 1896.

[4] Binet et Courtier: La vie émotionelle. L'année psychologique III. 1897. Merkwürdigerweise haben die Verfasser dieser umfassenden experimentellen Studie sich gar nicht darauf eingelassen, den Unterschied zwischen Lust- und Unlustreaktionen zu untersuchen. Über den früher von mir nachgewiesenen Unterschied wird bemerkt (S. 68): »Cette distinction serait bien curieuse, si elle était vérifiée par d'autres auteurs et pouvait être tenue pour exacte. Malheureusement elle est démentie par un auteur récent, Shields . . .« Damit wird die Sache als abgethan betrachtet; die einzigen von den Verfassern (S. 87 u. f.) angeführten Versuche über Lustgefühle sind an Kindern angestellt worden und betreffen Gemütsbewegungen so zusammengesetzten Charakters, dafs sie durchaus nicht geeignet sind, das vorliegende Problem zu entscheiden. Meines Erachtens müfsten die erwähnten, sich widerstreitenden Beobachtungen für denjenigen, welcher die Sache einer Revision unterziehen will, besonderen Anlafs enthalten, sorgfältige Untersuchungen anzustellen. Dies hat Herr Binet jedoch nicht gethan; vielleicht möchte er sich veranlafst finden, mir auf folgende Fragen Antwort zu geben: Kraft welches Satzes der Logik hat derjenige, der eine Behauptung verneint, unbedingt und unbesehen recht? Gibt es gar nicht die Möglichkeit, dafs Shields weniger sorgfältig gearbeitet hätte, und dafs der erwähnte Unterschied deshalb seiner Aufmerksamkeit entgangen wäre?

günstigen Fällen erwarten können, diejenigen Variationen zu gewahren, von denen hier die Rede ist. Endlich mufs die V-P sich anfänglich in völlig normalem Gleichgewicht des Geistes befinden, denn jede selbst noch so unbedeutende Änderung dieses Zustandes wird gewöhnlich Äufserungen erzeugen, welche die schwachen Wirkungen der Lustgefühle durchaus verwischen. Auch dies scheinen die genannten Verfasser aber nicht beachtet zu haben; namentlich Shields scheint für den subjektiven Zustand seiner Versuchspersonen ganz unzulässige Gleichgültigkeit erwiesen zu haben. Wenn der Herr Expastor Shields die halbschlummernden Versuchspersonen durch einen angenehmen Geruchsreiz weckt, so glaubt er, die entstandene starke Volumsenkung sei eine Äufserung der Lust. Es fällt ihm nicht ein, dafs sie einzig und allein davon die Folge sein könnte, dafs das Individuum geweckt wird, und dafs man die Erscheinungen mit ganz andrer Vorsicht behandeln mufs, wenn man die Hoffnung hegen will, Gesetzmäfsigkeiten zu finden. Obgleich er einmal über das andre sieht, wie das Armvolumen sehr bedeutend steigt, weil die V-P immer schläfriger wird, vergleicht er dennoch ohne weiteres die Äufserungen, die er für denselben Reiz erhält, ohne Rücksicht darauf, ob die V-P übrigens normal, ganz oder halb schläfrig ist. Und das Resultat: »There is not one feature common to these various curves. There is scarcely a resemblance between any two of them«[1], ist denn auch kein andres, als was von vornherein zu erwarten stand. Wenn Herr Shields nun aber triumphierend dieses Resultat als Beweis gegen meine früher angegebenen Gesetze anführt, so wird er wirklich gar zu naiv. Denn welche Einwürfe sich auch gegen meine älteren Versuche erheben lassen — ich selbst werde im Folgenden deren mehrere anführen —, so habe ich doch mit bedeutend gröfserem Verständnis dessen, worum es sich handelt, gearbeitet, als Shields an den Tag legt. Ich habe mit Versuchspersonen gearbeitet, die, soweit möglich, in normalem Gleichgewicht des Geistes waren, und ich habe niemals behauptet, dafs die unter solchen Verhältnissen gültigen Gesetze auch für halbschlum-

[1] L. c. S. 33.

mernde Individuen gültig sein sollten. Findet er daher keine Bestätigung meiner Gesetze, so liegt die Schuld an ihm und nicht an mir.

Aufser dem Umstande, dafs starke Lustgefühle sich nur schwer auf experimentellem Wege hervorrufen lassen, gibt es noch ein anderes Verhältnis, welches viel dazu beiträgt, dafs die Lustreaktionen nicht so leicht zu gewahren sind. Ein Lustgefühl läfst sich natürlich ebensowenig wie ein Unlustgefühl durch äufseren Reiz hervorrufen, ohne dafs zugleich eine Konzentration der Aufmerksamkeit stattfindet. Und dem früher Gesehenen zufolge werden die Wirkungen der beiden gleichzeitigen psychischen Veränderungen sich wahrscheinlich einfach summieren. Deswegen treten die Unlustreaktionen so stark hervor, denn die Unlust erzeugt an und für sich ähnliche Veränderungen wie die reine Konzentration der Aufmerksamkeit. Sind die Lustgefühle aber mit Bezug auf ihre körperlichen Reaktionen das Gegenteil der Unlustgefühle, so sollte die Reaktion daher in Pulserhöhung, Pulsverlängerung und Volumsteigung bestehen. Jedenfalls die beiden letzteren dieser Veränderungen werden direkt von der Pulsverkürzung und Volumsenkung der Aufmerksamkeit bekämpft werden, und der resultierende Ausschlag mufs dann einfach davon abhängig werden, welche der beiden Bewegungstendenzen die stärkere ist. Eben dies erweisen aber die Versuche. Die Pulserhöhung ist fast immer hervortretend, weil die Konzentration der Aufmerksamkeit ihr nicht entgegenarbeitet, die beiden andern Reaktionen sind aber fortwährend Variationen unterworfen. Und diese Variationen scheinen durchweg durch den Zustand der Aufmerksamkeit bestimmt zu sein. Bei kurzen Reizungen, welche die Aufmerksamkeit nur unwillkürlich fesseln, findet gewöhnlich nur ein geringes Sinken des Volumens statt. Die beiden folgenden Kurven sind Beispiele hiervon:

Tab. XLIII. D. $^{19}/_{11}$ 96 nachm. P. L. Bei ⌐ angenehmer Geruchsreiz, Safran. Volumen des linken Arms.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . . .	14	2	6	20	7
Länge . . .	6.1	6,0	6,1	5.9	6.4

Hier ist eine schwache Pulsverkürzung, aber eine bedeutende hinterher folgende Volumsteigung; in der folgenden Kurve wird die Norm nicht überschritten, findet sich dagegen Pulsverlängerung:

Tab. XLIII, E. $^{19}/_{11}$ 96 nachm. P. L. Bei ⌐ angenehmer Geruchsreiz, Nitrobenzol. Volumen des linken Arms.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . .	8	2	6	4	10
Länge . . .	6,3	5,3	6,8	6,1	6,4

Wird die Aufmerksamkeit dagegen mehr aktiv angespannt, z. B. weil der Reiz nicht sogleich wieder erkannt wird, was häufig mit den Geruchsreizen der Fall ist, so findet sich meistens auch eine gröfsere Volumsenkung, während die Pulslänge sich übrigens sehr verschieden gestalten kann. So ist in den beiden folgenden Kurven starke Pulsverlängerung:

Tab. XLIV, A. $^{24}/_{9}$ 96 nachm. A. L. Bei ⌐ angenehmer, nicht erkannter Geruchsreiz, Menthol.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . .	21	3	6	10	18
Länge . . .	4,7	4,4	5,5	5,1	5,5

Tab. XLIV, B. $^{24}/_{9}$ 96 nachm. A. L. Bei ⌐1 angenehmer, nicht erkannter Geruch, Chloral. Bei ⌐2 Erschrecken.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . .	18	4	5	9	7
Länge . . .	5,3	4,8	6,1	5,8	5,9

In den beiden folgenden Kurven, wo das subjektive Verhältnis so ziemlich das nämliche war wie in den beiden vorhergehenden, sieht man dagegen Pulsverkürzung, jedoch ein Steigen des Volumens bis über das ursprüngliche Niveau:

Tab. XLIV, C. $^{1}/_{10}$ 96 nachm. P. L. Bei ⌐ überraschender, angenehmer Geruch, Patschuli.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g
Anzahl . .	20	3	6	7	11	5
Länge . .	6,1	5,0	6,5	4,9	5,5	6,5

Tab. XLIV, D. $^{29}/_{9}$ 96 nachm. J. N. Bei ⌐ nicht sogleich erkannter, angenehmer Geruch, Rosenöl. Volumen des linken Arms.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . .	11	2	9	10	5
Länge . . .	5,7	5,1	5,6	5,2	5,4

Nur selten erhält man eine so reine Äufserung des Lustgefühls wie in der folgenden Kurve:

Tab. XLV, A. $^{29}/_{9}$ 96 nachm. A. L. Bei ⌐ erkannter, angenehmer Geruch, Safran.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g
Anzahl . .	16	4	6	6	13	13
Länge . .	5,2	4,9	5,3	5,2	4,6	5,4

Als Gegenstück gebe ich eine andere Kurve wieder, die zunächst zeigt, wie wenig dazu gehört, die eigentümliche Reaktion des Lustgefühls zum vollständigen Verschwinden zu bringen. Diese Kurve steht in meiner Materialsammlung übrigens ganz einzig da:

Tab. XLV, B. $^{29}/_{10}$ 96 nachm. Dr. B. Bei ⌐ sehr angenehmer Geruch, Menthol. Plethysmogramm des linken Arms, rechter Radialispuls.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . .	14	3	10	16	23
Länge . . .	4,7	4,2	4,7	4,2	4,6

Wahrscheinlich ist es die sehr lange und tiefe Atmung im Verein mit Anspannung der Aufmerksamkeit, die zusammen mit einiger Furcht, der Reiz möchte zu früh aufhalten, diesen merkwürdigen Ausschlag hervorgebracht hat. — Eine obschon ganz geringe körperliche Anstrengung wird stets eine Pulsverkürzung hervorrufen, welche die pulsverlängernde Wirkung des Lustgefühls vollständig überwindet. Und kommt hierzu nur einige Anspannung der Aufmerksamkeit, so läfst die Lustreaktion sich nicht mehr nachweisen. Ein derartiges Verhältnis wird fast immer stattfinden, wenn man Geschmacksreize in der Form fester Stoffe gibt, die erst im Munde aufgelöst werden müssen, weshalb die V-P einige Zeit auf die Empfindung zu warten hat. Dies illustrieren die folgenden drei Kurven:

Tab. XLV, C. $^{5}/_{11}$ 96 nachm. A. L. Bei ⌍ 1 ein Stück Zucker, bei ⌍ 2 der Geschmack. Volumen des linken Arms, rechte Radialis.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g
Anzahl . .	10	2	10	16	7	18
Länge . . .	5,2	5,0	4,6	4,7	4,6	4,6

Tab. XLV, D. $^{19}/_{11}$ 96 nachm. P. L. Bei ℕ 1 pulverisierte Schokolade, bei ℕ 2 der Geschmack. Plethysmogramm des linken Arms.

Phase	a-b	b-c	c-d	d-e
Anzahl . . .	13	6	15	9
Länge . . .	5,9	5,8	5,2	5,1

Tab. XLVI, A. $^{29}/_{10}$ 95 abends. H. K. Bei ℕ Schokoladekuchen.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g
Anzahl . .	20	4	2	6	25	32
Länge . . .	3,4	3,2	3,3	3,3	3,3	3,3

Bei Lustgefühlen höherer Art werden die Reaktionen nicht selten so stark, dafs die gleichzeitige Anspannung der Aufmerksamkeit, die notwendigerweise ebenfalls recht bedeutend werden mufs, die Wirkung nicht gänzlich zu verdecken vermag. Beispiele hiervon geben die folgenden Kurven:

Tab. XLVI, B $^{24}/_{9}$ 96 nachm. P. L. Von ℕ 1 bis ℕ 2 wurde eine heitere Melodie gespielt.

Phase	a-b	b-c	c-d	d-e
Anzahl . . .	5	14	17	24
Länge . . .	4,5	4,7	4,7	5,4

Die Kurve zeigt von Anfang des Reizes an ein allmähliches, aber geringes Sinken, worauf sie bis über das ursprüngliche Niveau steigt, und dieses Steigen setzt sich nach dem Aufhören des Reizes fort. Ebenfalls findet sich eine fortwährende Pulsverlängerung von Anfang der Reizung an, nach derselben eine ziemlich bedeutende Pulserhöhung. Ganz das nämliche wiederholt sich im folgenden Versuche:

Tab. XLVI, C u. D. $^{14}/_{4}$ 96 nachm. A. L. Von ℕ 1 bis ℕ 2 eine Photochromie, bei ℕ 3 wird die angenehme Stimmung durch eine unangenehme Aufgabe unterbrochen, deren Lösung die V-P verweigerte. D ist die unmittelbare Fortsetzung von C.

Phase . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i	i-k	k-l	l-m
Anzahl .	4	3	4	17	4	6	3	4	9	9	20
Länge .	7,0	6,7	7,0	7,1	7,2	7,0	7,0	6,7	7,0	7,3	7,4

Man sieht, dafs sowohl die Volum-, als die Pulsveränderungen dieselben sind wie im vorhergehenden Falle: namentlich ist es interessant, zu gewahren, dafs die eigentliche Volumsteigung erst nach dem Aufhören der Reizung eintritt. Die Betrachtung des Bildes — einer hübsch ausgeführten sogenannten Photochromie — verlangt offenbar so viel Aufmerksamkeit, dafs das Lustgefühl nicht zur Geltung kommen kann; erst wenn die psychische Arbeit — das Betrachten — aufgehört hat, vermag die hierdurch erregte Stimmung sich zu äufsern. Die Unterbrechung dieser Stimmung wirkt natürlich unangenehm mit Volumsenkung und Pulsverkürzung, in der Phase h-i, darauf steigt das Volumen aber noch mehr mit hohen und langen Pulsen. — Wenn die Konzentration der Aufmerksamkeit sich völlig eliminieren läfst, müssen die Äufserungen des Lustgefühls natürlich vollkommen rein hervortreten; dies sieht man in der folgenden Kurve:

Tab. XLVI, E. $^{4}/_{7}$ 96 nachm. A. L. Von N 1 bis N 2 spontan auftauchende, sehr angenehme Erinnerung.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e
Anzahl . . .	9	19	9	7
Länge . . .	6,7	6,6	6,7	6,6

Hier äufsert sich die Lust durch starke Volumsteigung und Pulserhöhung, wogegen die Pulslänge eher abnimmt, wenn auch nur sehr wenig. Endlich werde ich einen ziemlich einzigen Fall anführen, wo eine psychische Arbeit wegen ihrer Leichtigkeit ein entschiedenes Lustgefühl erregte:

Tab. XLVII, A. $^{8}/_{10}$ 96 nachm. A. L. Von N 1 bis N 2 sehr leichtes Rechenexempel mit Vergnügen ausgerechnet.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . .	7	3	4	8	7
Länge . . .	4,9	4,7	4,9	5,1	5,4

Das Lustgefühl äufsert sich hier teils durch Pulsverlängerung, teils durch bedeutende Abnahme der bei der Konzentration der Aufmerksamkeit gewöhnlichen Volumsenkung.

Vergleicht man nun alle hier betrachteten Kurven mit den entsprechenden durch unlusterregende Reize

entstandenen, so wird man schwerlich umhin können, zu sehen, dafs zwischen denselben ein ziemlich wesentlicher Unterschied besteht. Am deutlichsten ist der Unterschied hinsichtlich des Pulses; während Unlustzustände durchweg verminderte und verkürzte Pulse erzeugen, ist die Erhöhung und Verlängerung den Lustgefühlen ebenso charakteristisch. Weniger hervortretend ist der Unterschied der Volumveränderungen, die in beiden Fällen fast auf dieselbe Weise verlaufen; während die Volumsenkung bei Unlustgefühlen aber wenigstens ebenso grofs ist als bei der reinen Konzentration der Aufmerksamkeit, ist sie bei den Lustzuständen entschieden kleiner. Rein erfahrungsgemäfs kann man also behaupten:

Einfache lustbetonte Empfindungen und andre, nur wenig zusammengesetzte Lustzustände äufsern sich durch Pulserhöhung und Pulsverlängerung, während das Volumen gewöhnlich nur gleich im Anfang der Reizung ein geringes Sinken zeigt, worauf es rasch bis über das ursprüngliche Niveau steigt. Selten oder nie sieht man jedoch alle drei Veränderungen in derselben Kurve hervortreten; findet sich Erhöhung und Verlängerung des Pulses, so wird wohl kaum ein Steigen des Volumens erscheinen; bei Pulserhöhung und Volumsteigung wird man keine Pulsverlängerung finden u. s. w. Je geringer die Konzentration der Aufmerksamkeit ist, um so mehr treten die charakteristischen Äufserungen der Lustgefühle hervor. Die beobachteten Veränderungen lassen sich deswegen als eine Summation der widerstreitenden Wirkungen erklären, welche die Konzentration der Aufmerksamkeit und das Lustgefühl, jedes für sich, hervorbringen würden.

Lustgefühle während Spannung. Im Vorhergehenden stellten wir fest, dafs jeder Reiz, der die Aufmerksamkeit zu fesseln vermag und folglich zugleich eine bestehende Spannung vermindert, eine gröfsere oder kleinere Volumsteigung hervorrufen wird. Ebenfalls wurde nachgewiesen, dafs Lustgefühle die Neigung

haben, sich durch Volumsteigungen zu äufsern. Da beide diese psychischen Erscheinungen in derselben Richtung wirken, können wir also erwarten, dafs ein lusterregender Reiz eine sehr bedeutende Volumvergröfserung zur Folge haben wird, wenn nur die vorhandene Spannung keine gar zu starke ist. Und was hier von den Volumveränderungen gesagt ist, gilt übrigens auch von den Pulshöhen, die sowohl bei Lustgefühlen, als bei Verminderung der Spannung zunehmen. Von der Pulslänge dagegen läfst sich wohl kaum etwas voraussagen, da die Spannung keinen konstanten Einflufs auf deren Verhalten hat und Lustgefühle keineswegs stets eine Pulsverlängerung bewirken, namentlich nicht, wenn zugleich eine Zunahme des Volumens und der Pulshöhe stattfindet. Die Richtigkeit dieser Betrachtung geht aus den folgenden drei Kurven hervor:

Tab. XLVII, B—D. $^{9}/_{5}$ 96 nachm. C. J. Verschiedene lusterregende Reize während Spannung.

Zu dem Zeitpunkte, da dieser Versuch angestellt ward, war es mir nur ausnahmsweise gelungen, in der betreffenden V-P die konstante, starke Spannung zum Verschwinden zu bringen. Ich bemühte mich fortwährend, um Mittel zur Erreichung dieses Zwecks zu finden. Dadurch, dafs ich die V-P in ununterbrochener, aber nicht zu anstrengender Thätigkeit erhielt, glaubte ich meine Absicht am leichtesten erreichen zu können. Eines Tages liefs ich deshalb die ruhig sitzende V-P einen schwachen Lichtpunkt beobachten, der wegen der unvermeidlichen Schwankungen der Aufmerksamkeit bald aufloderte und bald wieder verschwand. Es dauerte denn auch nicht lange, bis diese Arbeit eine sehr ersichtliche Verminderung der Spannung bewirkte. Diesen Moment zeigt XLVII, B. Bei ⌐ markierte die V-P gerade ein Aufleuchten des Lichtpunktes; es erweist sich, dafs die hierzu erforderliche Konzentration der Aufmerksamkeit zugleich eine Abnahme der Spannung veranlafst, die durch Steigen des Volumens und Anwachsen der Pulshöhe erkennbar ist. Die Messung gibt:

Phase . . .	a-b	b-c	c-d
Anzahl . . .	12	7	12
Länge . . .	4,9	4,7	4,5

Ein wenig mehr als 2 Min. liefs ich die V-P sich noch mit dieser Arbeit belustigen, die dann unterbrochen wurde, da die Spannung kaum mehr nachzuweisen war. Die Kurve C ist gleich nach dem Aufhören der Thätigkeit genommen; sie zeigt anfangs eine Neigung zu erneuerter Spannung, die indes bald wieder verschwindet. Bei № 1 gab ich das Rechenexempel 13×14, bei № 2 kam die Beantwortung. Die auffallende Volumsteigung während dieser Arbeit — die V-P war im Kopfrechnen nicht gewandt, und dergleichen Aufgaben gefielen ihr deshalb gar nicht — wird jedoch verständlich, da die V-P lebhafte Freude darüber fühlte, dafs die Geschichte doch nicht ärger war. Die Kurve D ist die unmittelbare Fortsetzung von C; die Nulllinie ist 20 mm erhoben, vgl. die Tafel. Hier ist wieder ein spontan eintretendes Steigen. Dies rührt von einer angenehmen Erinnerung her; die Gedanken der V-P waren auf Sonnenschein, Bäume und Blumen geraten. Die Kurven bestätigen unsere Erwartungen also vollständig, indem sie sehr starke Volumsteigungen und Pulserhöhungen als Resultat von Verminderung der Spannung und gleichzeitigen Lustgefühlen erweisen. Die Pulslänge dagegen bietet nichts von Bedeutung dar:

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g
Anzahl . .	30	11	15	12	25	34
Länge . . .	4,9	4,9	4,6	4,5	4,5	4,7

Die grofsen Ausschläge der vorhergehenden Kurven rühren wahrscheinlich von dem Umstande her, dafs die Spannung während der aufeinander folgenden Reize ganz verschwunden ist. Bei maximaler Spannung dagegen werden Lustgefühle wahrscheinlich ebensowenig als andre Zustände wesentlichen Einflufs auf die Spannung üben, und folglich kann man auch keine grofsen Volumveränderungen erwarten. Dafs die Pulslänge dagegen in diesem Falle merkbar zunimmt, zeigt die Erfahrung. Ein Beispiel hiervon wurde schon Tab. XXI, E gegeben, wo eine Photochromie — von № 1 bis № 2 — nur ein geringes Steigen des Volumens bewirkt. Die Messung, die bei dem Buchstaben l in der Kurve D anfängt, zeigt dagegen bedeutende Pulsverlängerung:

Phase . . .	l-m	m-n	n-o	o-p
Anzahl . . .	18	2	30	7
Länge . . .	5,6	5,0	6,3	6,3

Ein ähnliches Verhältnis ist in der nächsten Kurve zu sehen, wo zwar eine geringere Pulsverlängerung, aber auch bedeutendere Volumveränderung ist:

Tab. XLVII, E u. XLVIII, A. $^{21}/_{4}$ 96 nachm. C. J. Spannung, bei ℕ 1 Vorzeigen einer Photochromie, die bei ℕ 2 entfernt wird.

Phase . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i	i-k
Anzahl .	8	8	18	40	16	5	19	5	16
Länge .	4,4	4,1	4,2	4,4	4,3	4,4	4,5	4,6	4,3

Während des Betrachtens des Bildes entsteht hier, ebenso wie in mehreren früheren Fällen, keine gröfsere Wirkung; erst hinterher, wenn die V-P sich der hervorgerufenen Stimmung überläfst, tritt eine starke Volumsteigung mit Pulsverlängerung ein (Phase f-h). Die V-P äufserte, sie habe, kurz nachdem das Bild entfernt worden sei, gänzlich vergessen, dafs sie sich im Apparate befinde; deutliche Anzeichen der Spannung sind denn auch sowohl am Schlufs, als am Anfange des Versuchs zu sehen. Ein ähnliches Experiment ist wiedergegeben:

Tab. XLVIII, B u. C. $^{23}/_{4}$ 96 nachm. P. L. Spannung, bei ℕ 1 Schokolade gereicht, die bei ℕ 2 geschmeckt wird; bei ℕ 3 verschwand der Geschmack, kam aber bei ℕ 4 wieder.

Phase . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i	i-k
Anzahl .	18	9	8	10	6	13	20	14	17
Länge . .	5,0	5,3	4,7	4,7	4,2	4,8	5,4	5,3	5,8

Es ist hierbei zu beachten, dafs die körperliche Arbeit, welche die Auflösung der Schokolade im Munde erfordert, stets eine Pulsverkürzung und Volumsenkung herbeiführt (vgl. S. 133). Also erst nach Beendigung dieser Arbeit kann sich das Lustgefühl geltend machen. Demgemäfs sieht man, wie das Volumen von f an mit stark verlängertem Puls ein wenig steigt. Die gewaltige Volumsteigung am Schlusse der Kurve C rührt von dem Aufhören der Spannung gegen Ende des Versuchs her; analoge, an derselben V-P eingetroffene Fälle sind Tab. XXIII und XXIV wiedergegeben.

Ich habe allen möglichen Grund zu der Vermutung, dafs meine in den »Hauptgesetzen« besprochenen Versuche über die Lustgefühle keine reinen waren. Die dort Tab. I, A u. C wiedergegebenen Kurven haben so grofse Ähnlichkeit mit den hier gefundenen Äufserungen der Lustgefühle während Spannung, dafs ich durchaus nicht bezweifeln kann, dafs meine damaligen Versuchspersonen ebenfalls an diesem Zustande litten. Dies ist um so wahrscheinlicher, da die beiden erwähnten Kurven aus den ersten Tagen der alten Versuche herrühren, wo das Ganze uns noch durchaus neu war, und die Versuchspersonen sich noch nicht hatten an die Situation gewöhnen können.

Unser Resultat wird also:

Während einer bestehenden geringen Spannung werden Lustgefühle sich durch sehr bedeutende Zunahme des Armvolumens und der Pulshöhe äufsern, während die Pulslänge keine wesentliche Veränderung erleidet. Ist die Spannung dagegen eine sehr starke, so werden die Lustgefühle nur geringe Zunahme des Volumens und der Pulshöhe bewirken, während die Pulslänge stark anwächst. Auch diese Äufserungen lassen sich als eine Summation derjenigen Wirkungen auffassen, welche das Lustgefühl und die stärkere oder schwächere Abnahme der Spannung, jedes für sich, herbeiführen würden.

Die Konzentration der Aufmerksamkeit auf den Gefühlston. Wenn die Aufmerksamkeit im Momente der Reizung eine neue Richtung nimmt, so kehrt sie sich auf natürliche Weise der durch den Reiz ausgelösten Empfindung zu. Diese natürliche Richtung der Aufmerksamkeit ist bisher stets gemeint gewesen, wo von einer Lenkung der Aufmerksamkeit auf den Reiz oder die erzeugte Empfindung die Rede war. Bekanntlich verhindert aber nichts, dafs man die Aufmerksamkeit willkürlich dem Gefühl, der mit der Empfindung verknüpften Gefühlsbetonung zukehrt. Wie letztere alsdann geschwächt wird, hat Külpe auf Grundlage von Selbstbeobachtungen auseinandergesetzt[1]. Ferner hat

[1] Grundrifs der Psychologie. Leipzig 1893. S. 266 u. f.

er es versucht, den durch die beiden verschiedenen Richtungen der Aufmerksamkeit entstehenden Unterschied der körperlichen Äufserungen zu bestimmen. Er sagt hierüber: »In einigen Versuchen, die ich mit dem Sphygmographen an einer Versuchsperson anstellte, die aber natürlich gar nicht beanspruchen, einen exakten Aufschlufs über die hier vorliegenden Verhältnisse zu geben, schien eine regelmäfsige Annäherung der Aufmerksamkeitskurve (so nenne ich kurz das Sphygmogramm, das bei Richtung der Aufmerksamkeit auf das Gefühl erhalten wurde) an die vor dem Versuch festgestellte normale oder Indifferenzkurve nur bei Lustgefühlen stattzufinden. Die unter der Herrschaft der Unlust erhaltene Verlangsamung des Pulses wird dagegen durch die angegebene Richtung der Aufmerksamkeit noch vergröfsert.«

Wenn »Verlangsamung des Pulses« kein blofser Druckfehler ist, wenn Külpe wirklich in Unlustzuständen langsameren Puls gefunden hat, so liefert dies einen guten Beweis, wie wenig man sich auf diese Art von Versuchen verlassen kann, wenn sie in Eile von einem ungeübten Experimentator ausgeführt werden, nur um eine einzige kleine Detailfrage abgemacht zu sehen. Külpe hat wahrscheinlich, wie wir unten sehen werden, so starke und plötzliche Reize angewandt, dafs der hervorgerufene Zustand zunächst ein Erschrecken war. Dafs alle andere Unlust geschwinderen Puls verursacht, möchte wohl dem hier Nachgewiesenen zufolge aufser allen Zweifel gestellt sein. Um nun, womöglich, eine etwas zuverlässigere Beantwortung des erhobenen Problems zu erhalten, habe ich den Külpeschen Versuch häufig an verschiedenen Versuchspersonen angestellt. Es gelingt jedoch nicht leicht, denselben unter Bedingungen auszuführen, die das Resultat auch nur einigermafsen unangreifbar machen. Die Schwierigkeit, die es verursacht, die Aufmerksamkeit auf die Gefühlsbetonung gerichtet zu erhalten, hat Külpe bereits erwähnt; sie wurde ebenfalls von meinen Versuchspersonen bemerkt. Schlimmer ist es indes, dafs es fast unmöglich wird, bis zum Anfang des Versuches das normale Gleichgewicht des Gemüts zu bewahren. Ist vorher wegen einer solchen ungewöhnlichen Richtung

der Aufmerksamkeit Verabredung getroffen, so erwartet man in einer gewissen Spannung das Eintreten des Reizes; die Kurven verraten deutlich die Spannung, und es wird zweifelhaft, welches Gewicht der späteren Richtung der Aufmerksamkeit auf die Gefühlsbetonung beizulegen ist. Ist dagegen keine Verabredung getroffen, erwartet man nichts, so mufs man sich erst besinnen, um der Aufmerksamkeit eine besondere Richtung zu geben, dann zwängt dieser Gedanke sich aber in den Versuch hinein, und wieder wird das Resultat zweifelhaft. Im Folgenden gebe ich einige einzelne Kurven wieder, die ich unter diesen verschiedenen Umständen erhalten habe; ich sehe mich indes nicht im stande, ein bestimmtes Resultat hieraus abzuleiten.

Tab. XLVIII, D. $^{23}/_{4}$ 96 nachm. P. L. Verabredete Konzentration der Aufmerksamkeit auf das Gefühl, deshalb Erwartung. Bei ⌐ 76° C. warmes Wasser in einer Kolbe auf den Arm.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . . .	16	4	6	10	11
Länge . . .	6,2	5,5	6,2	6,3	6,6

Die geringe Abnahme des Volumens ist gewifs ausschliefslich der Spannung zuzuschreiben; zum Vergleich dient die Kurve XLIII, A, die an demselben Tage unter ganz denselben Verhältnissen, aber ohne andre Richtung der Aufmerksamkeit als die natürliche genommen wurde. Die letztere Tafel zeigt unstreitbar eine länger anhaltende Pulsverkürzung, jedoch die nämlichen Volumverhältnisse.

Tab. XLVIII, E. $^{4}/_{5}$ 96 abends. A. L. Erwartung des Reizes. Bei ⌇ 1 76° C. warmes Wasser in einer Kolbe auf den Arm, entfernt bei ⌇ 2; entschieden schmerzhaft. Konzentration der Aufmerksamkeit auf das Gefühl.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g
Anzahl . .	17	4	9	5	5	17
Länge . . .	4,9	4,5	4,4	4,8	4,6	5,4

Der Fall ist dem vorigen ganz analog; die Spannung bewirkt, dafs das Volumen sich fast nicht verändert. Ob die Pulsverkürzung gröfser oder geringer ist, als sie ohne die ungewöhnliche Richtung der Aufmerksam-

keit sein würde, läfst sich wohl kaum entscheiden. — Etwas besser ist der folgende Versuch, wo die Spannung jedenfalls keine starke war.

Tab. XLIX, A u. B. $^{21}/_{4}$ 96 nachm. A. L. Erwartung des Reizes. Bei ⌇ 1 starker Ammoniakgeruch, unangenehm, die Aufmerksamkeit auf das Gefühl gerichtet. Bei ⌐ 2 ein Ton, unwillkürliche, nicht auf das Gefühl gerichtete Aufmerksamkeit. B ist die unmittelbare Fortsetzung von A.

Phase . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i	i-k
Anzahl .	7	9	12	10	3	5	5	12	16
Länge. .	6,4	5,6	5,6	5,8	6,4	6,0	6,7	6,4	6,9

Die eintretende Erwartung ist gleich im Anfang von A zu sehen; sie verliert sich indes ein wenig vor dem Anfang des Versuches und ist also nicht besonders stark. Unter diesen Verhältnissen würde ein Unlustgefühl normal eine kurze Volumsteigung mit nachfolgender Senkung herbeiführen (vgl. Tab. XLIII, A—C), davon findet sich hier aber keine Spur. Dieser Unterschied ist gewifs der anstrengenden Konzentration der Aufmerksamkeit auf das Gefühl zuzuschreiben, wodurch die bei Abnahme der Spannung stattfindende Volumsteigung ausgeglichen wird. In der Pulslänge findet sich kaum etwas, das ungewöhnliche Verhältnisse andeutete. Der fernere Verlauf, in der Kurve B, bietet nichts von Interesse dar, indem die Pulsverlängerung der unwillkürlichen Aufmerksamkeit hinlänglich bekannt ist; die Kurve ist auch nur mitgenommen, um das Aufhören der Spannung am Schlusse zu zeigen. — Ganz andre Erscheinungen bietet der folgende Versuch:

Tab. XLIX, C. $^{21}/_{4}$ 96 nachm. A. L. Bei ⌇ plötzlicher, starker Ammoniakgeruch, der ein Erschrecken bewirkte, weil er durchaus nicht erwartet war. Die Aufmerksamkeit gleich auf das Gefühl konzentriert.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . . .	17	3	5	14	7
Länge . . .	6,3	5,3	6,7	6,2	6,5

Die Kurve C ist 1 Min. nach B genommen. Die V-P glaubte, die Versuche seien abgeschlossen, und safs ruhig, während eine Normalkurve aufgenommen wurde; der plötzliche und starke Reiz bewirkte deswegen im

ersten Augenblick ein Erschrecken, die V-P erholte sich jedoch bald und richtete die Aufmerksamkeit auf das durch den Ammoniakgeruch erzeugte Unbehagen. In dem Volumen und der Pulshöhe ist nichts Eigentümliches zu sehen; das Erschrecken und die hinterher folgende Unlust wirken hier wesentlich in der nämlichen Richtung. Dagegen zeigt es sich, dafs die Pulsverlängerung des Erschreckens, in der Phase c-d, von der Pulsverkürzung des zweiten Unlustgefühls abgelöst wird, in der Phase d-e; welchen Einflufs die Richtung der Aufmerksamkeit auf das Gefühl gehabt hat, ist wohl nicht zu entscheiden. Ganz unmöglich ist es eben nicht, dafs die gleich darauf folgende Pulsverlängerung, in der Phase e-f, davon herrühren kann, dafs die Unlust unter dem Einflufs der auf sie gerichteten Aufmerksamkeit verschwindet. Wahrscheinlich sind es Versuche dieser Art, die Külpe vor Augen gehabt hat. Durch Anwendung allzu plötzlicher und starker Reize hat er vorerst ein Erschrecken hervorgerufen, und wegen der besonderen Richtung der Aufmerksamkeit auf die hinterher folgende Unlust verschwindet letztere und wird von Pulsverlängerung abgelöst. Im Sphygmogramm lassen sich die abwechselnde Verlängerung und Verkürzung in den einzelnen Phasen nur schwer auseinander halten, und deshalb erblickt Külpe eine mehr ausgeprägte Verlängerung, wenn die Aufmerksamkeit sich der Unlust zukehrt, als wenn dies nicht stattfindet, weswegen sich die Pulsverkürzung der Unlust längere Zeit hindurch geltend macht. Dürfte man etwas auf diese einzelnen Versuche stützen, so müfste das Resultat wohl am ehesten dies werden, dafs die durch Unlust bewirkte Pulsverkürzung bei der Richtung der Aufmerksamkeit auf das Gefühl schneller verschwindet, als es sonst geschehen würde. Dies würde dann mit dem übereinstimmen, was die Selbstbeobachtung uns über den psychischen Zustand lehrt; wie gesagt, ist das auf die vorliegenden Versuche begründete Resultat aber wohl kaum unangreifbar.

Besser gelingen dergleichen Versuche mit Lustgefühlen, deren körperliche Äufserungen durch Richtung der Aufmerksamkeit auf das Gefühl völlig aufgehoben werden, was mit dem durch Selbstbeobachtung über

den psychischen Zustand Erfahrenen übereinstimmt. Ich führe nur einen einzelnen typischen Fall an, der unter günstigen Umständen genommen wurde, indem die Erscheinung von selbst, auf natürliche Weise, ohne vorhergehende Verabredung eintrat. Der Reiz war eine Photochromie, welche die V-P schon mehrmals gesehen hatte, und welche deshalb keinen tieferen Eindruck machte, die zu genieſsen sie sich aber dennoch anstrengte:

Tab. XLIX, D. $^{19}/_{11}$ 96 nachm. A. L. Photochromie, die Aufmerksamkeit auf das Gefühl gerichtet, um dieses zu verstärken.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . . .	7	3	9	9	34
Länge . . .	5,2	4,5	5,1	4,3	4,8

Hier ist weder im Volumen, noch im Pulse andres als konzentrierte Aufmerksamkeit zu finden, keine Spur wirklicher Lust.

Der wechselseitige Einfluſs der Gefühle. Wir stehen nun der Frage gegenüber, die mehr als irgend eine andre theoretisches Interesse hat: Wie verhalten sich die körperlichen Äuſserungen, wenn zwei verschiedenartige Zustände sich gleichzeitig im Bewuſstsein geltend zu machen suchen? Und speziell: Wenn das Bewuſstsein von einem einzelnen Zustande völlig beherrscht wird, welchen Einfluſs auf die körperlichen Erscheinungen wird dann ein äuſserer Reiz haben? Wird er im stande sein, auf den Organismus zu influieren, selbst wenn er keine Spuren im Bewuſstsein hinterläſst, oder sind die körperlichen Veränderungen ausschlieſslich an die Bedingung geknüpft, daſs vorher eine Veränderung des Bewuſstseinszustandes geschehe?

A priori lassen sich diese Fragen nicht beantworten, nicht einmal auf Grundlage des im Obigen Gefundenen. Wir sahen freilich wiederholt, wie zwei gleichzeitige psychische Zustände jeder für sich ihre körperlichen Äuſserungen hervorbringen, die sich dann zu einer einzelnen Resultante zusammensetzen. Die neuen Verhältnisse sind den früher betrachteten jedoch nicht analog. Hier war nämlich der eine Zustand stets eine notwendige Bedingung, um den andern entstehen zu lassen.

Wenn z. B. während eines Spannungszustandes die Aufmerksamkeit auf einen bestimmten äufsern Reiz gelenkt wird, so ist diese neue Richtung dadurch bedingt, dafs die Aufmerksamkeit geteilt wird, so dafs die vorhandene Spannung zugleich abnimmt. Es liegt deshalb nichts Sonderbares darin, dafs sowohl die neue Konzentration der Aufmerksamkeit, als die gleichzeitige Abnahme der Spannung jede für sich einen Ausschlag geben, dessen Resultante wir in der Kurve gewahren. Ähnlicherweise verhält es sich, wenn ein Reiz einen Gefühlszustand hervorruft. Damit dieser entstehe, mufs die Aufmerksamkeit auf den Reiz gerichtet werden. Die Aufmerksamkeit ist also die notwendige Bedingung, damit ein bestimmter Bewufstseinszustand erscheine, die Aufmerksamkeit selbst ist aber kein Bewufstseinszustand, der neben dem andern besteht. Dafs man auf etwas aufmerksam ist, dessen wird man sich wohl nie früher direkt bewufst als in dem Augenblick, da die Aufmerksamkeit im Begriffe steht, sich davon zu machen, und wo sie willkürlich und mit Anstrengung in bestimmte Richtung gelenkt wird. Im Vorhergehenden ist ebenfalls wiederholt hervorgehoben worden, wie schwer oder fast unmöglich es einer Person ist, festzustellen, dafs sie sich in Spannung befindet. Der Zustand tritt unwillkürlich ein und hinterläfst eigentlich keine Spuren im Bewufstsein; er ist nur die Bedingung eines künftigen Bewufstseinszustandes. Solange man wirklich auf etwas aufmerksam ist, dies sei nun ein Gegenwärtiges oder ein Künftiges (Spannung, Erwartung), wird man sich seiner Aufmerksamkeit nicht bewufst. So lange ist die Aufmerksamkeit also kein Zustand, der im Bewufstsein mit andern Zuständen um den Platz kämpft. Erst wenn man ihr mit Anstrengung eine den Umständen nach unnatürliche Richtung geben will, wird man sich ihrer bewufst, und alsdann kann sie andre Zustände aus dem Bewufstsein verdrängen. Hierin liegt wohl die Erklärung der oben erwähnten Erscheinung, dafs die Richtung der Aufmerksamkeit auf ein Gefühl das Gefühl zum Verschwinden bringt. Denn diese Richtung ist eine unnatürliche, deshalb wird man sich der Aufmerksamkeit oder vielmehr der sie begleitenden organischen Empfindungen bewufst, und somit schwindet der andre

Bewufstseinszustand, das Gefühl, das man eigentlich festhalten wollte. Sehen wir also von solchen speziellen Verhältnissen ab, so ist die Aufmerksamkeit nur die notwendige Bedingung des gleichzeitigen Bewufstseinszustandes, und es liegt dann nichts Auffälliges darin, dafs jeder dieser Faktoren seine besonderen Äufserungen erzeugt, deren Resultante wir gewahren.

Ganz anders stellt sich die Sache in denjenigen Fällen, welche wir jetzt behandeln werden. Hier ist die Rede nicht von zwei Verhältnissen, deren eines das andre bedingt, sondern von zwei Zuständen, deren jeder für sich die Aufmerksamkeit anzuziehen und im Bewufstsein der alleinherrschende zu werden sucht. Es leuchtet unmittelbar ein, dafs das Gesetz, das wir unter ganz andern Verhältnissen geltend fanden, sich nicht ohne weiteres hierauf übertragen läfst. Wenn jeder der beiden Zustände seine besonderen körperlichen Äufserungen erzeugt, so kann es selbstverständlich keinem Zweifel unterworfen sein, dafs wir eine gemeinsame Resultante dieser gleichzeitigen Äufserungen erhalten. Die Frage ist aber die: Was ist die Bedingung, damit zwei Zustände, deren jeder für sich im Bewufstsein der alleinherrschende zu werden sucht, körperliche Veränderungen erzeugen? Dies vermögen wir nicht auf Grundlage unserer früheren Erfahrungen zu entscheiden, die uns nur Zustände zeigten, welche sich notwendigerweise gegenseitig bedingten. Es sind hier also andre Erfahrungen erforderlich. Aufserdem sind noch mehrere verschiedene Fälle einer Erhellung benötigt. I. Wenn ein Bewufstseinszustand A durch einen neuen Zustand B völlig verdrängt wird, wie geht es dann mit den körperlichen Reaktionen? Bleiben die des A unverändert neben denen des B bestehen, und flieſsen sie mit letzteren zu einer gemeinsamen Resultante zusammen, oder verschwinden die körperlichen Äufserungen des A zugleich mit A? II. Wenn der neue Zustand B nicht im stande ist, den vorhergehenden A gänzlich zu verdrängen, wie verhält es sich dann mit den körperlichen Äufserungen? Kommen diese in voller Stärke zum Vorschein, oder werden sie in demselben Mafse abgeschwächt, wie sich die Aufmerksamkeit unter die beiden Bewufstseinszustände teilt? III. Wenn ein ursprünglicher Zustand A

im Bewufstsein so alleinherrschend ist, dafs ein neuer Zustand B gar nicht vordringen kann, wie geht es dann mit den körperlichen Äufserungen des B? Unterbleiben diese gänzlich, oder wird der äufsere Reiz, der B hervorrufen sollte, im stande sein, auf den Organismus zu influieren, trotzdem B für das Bewufstsein nicht existiert?

Wir werden nun mit Hilfe des vorliegenden Materials diese Fragen zu beantworten suchen und nehmen hierbei die einzelnen Punkte in der genannten Reihenfolge vor.

Soll es einem neuen Gefühl gelingen, ein früheres völlig zu verdrängen, so mufs es wenigstens ebenso grofses Gewicht und ebenso grofse Bedeutung besitzen wie das im voraus gegebene. Nur bei kleinen Kindern läfst sich ein wirklicher Kummer durch ein Stückchen Schokolade oder ein ähnliches Mittel kurzen Genusses aufheben; bei Erwachsenen läfst sich dies natürlich nicht thun. Bei diesen sind wir, wenn es sich um Experimente handelt, ausschliefslich darauf angewiesen, mit elementaren Lust- und Unlustgefühlen zu operieren; allenfalls auf den Gebieten des Geschmacks und des Geruchs können diese indes von so langer Dauer sein, dafs die Versuche nicht durchaus mifsweisend werden. Die folgende Tafel, L, bietet zwei Beispiele derartiger Versuche dar, wo ein unangenehmer Geschmack oder Geruch durch eine angenehme Reizung desselben Sinnes völlig verdrängt wird.

Tab. L, A u. B. $^{17}/_{12}$ 96 nachm. P. L. Bei N 1 ein Theelöffel 10prozentiger schwefelsaurer Chininauflösung, bei N 2 eine grofse Dosis pulverisierter Schokolade, die den Chiningeschmack gänzlich entfernte. Plethysmogramm des linken Arms. B ist die unmittelbare Fortsetzung von A.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i
Anzahl . . .	19	3	16	26	6	10		19
Länge . . .	5,0	5,0	4,7	4,9	6,1	4,8		5,4

Es war der V-P 2 Min. vorher eine Dosis Chinin gegeben in der Absicht, das hier dargestellte Experiment auszuführen; verschiedene Umstände bewirkten indes dessen notwendiges Aufschieben, und sie erhielt deshalb aufs neue eine kleine Dosis, deren Wirkung

durch die erste nicht geschwächt zu sein scheint. Sowohl das Volumen, als die Pulshöhe und die Pulslänge zeigen alle bekannten Veränderungen der Unlust. Man sieht auch, dafs die Schokolade, die höchst angenehm wirkte, indem sie fast augenblicklich den bitteren Geschmack entfernte, alle Äufserungen eines Lustgefühls, sogar in stark vergröfsertem Mafsstabe, nach sich zog; hier ist nicht nur ein ungewöhnliches Steigen des Volumens und Pulserhöhung, sondern aufserdem auch Pulsverlängerung, die selten mit den andern Erscheinungen vereint vorkommt. Es sieht unleugbar aus, als ob diese ungewöhnliche Reaktion nicht der neuen, positiven Lust allein, sondern auch der verschwindenden Unlust ihr Entstehen verdankte. Wir haben oben bemerkt, wie die Pulslänge langsam bis zur Norm zurückkehrt, während das Volumen und die Pulslänge diese sogar übersteigen, wenn ein Unlustgefühl aufhört. Im vorliegenden Versuche scheint dies fast plötzlich zu geschehen, wenn das neue Lustgefühl auftaucht und seine Reaktionen hervorruft. Mit andern Worten: die gesamte wahrgenommene Wirkung scheint die Summe der Äufserungen des Lustgefühls und der durch das Verschwinden des Unlustgefühls hervorgebrachten Veränderungen zu sein. Der folgende Versuch scheint dies indirekt zu bestätigen, indem aus demselben hervorgeht, dafs man nichts als die gewöhnlichen Äufserungen des Lustgefühls erhält, wenn die Unlust in der Hauptsache schon verschwunden ist:

Tab. L, C u. D. $^{8}/_{10}$ 96 nachm. A. L. Bei N 1 plötzlich starkes Ammoniak, das die Nase fürchterlich kratzte; bei N 2 Verschwinden des Schmerzes. Bei ⌐ 3 Einatmung von Chloroform, das alles übriggebliebene Unbehagen entfernte. D die unmittelbare Fortsetzung von C.

Phase .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i	i-k	k-l
Anzahl .	32	2	4	4	10	26	2	8	9	10
Länge .	5,2	5,2	6,3	4,9	5,1	5,7	4,8	6,0	5,4	5,9

Der Versuch ist in mehreren Beziehungen interessant. Erstens zeigt er wieder, wie ein plötzlicher starker Geruchsreiz, ebenso wie unter ähnlichen Verhältnissen ein Schall, im ersten Augenblick ein Erschrecken und damit Pulsverlängerung hervorruft (in

der Phase c-d); letztere macht jedoch sogleich einer Pulsverkürzung Raum, indem sich das besondere Unlustgefühl geltend macht (in der Phase d-f). (Der Buchstabe f ist auf der Tafel 3 Pulsschläge zu weit nach rechts angebracht; die Pulsverkürzung hört augenscheinlich gerade über N 2 auf.) Ferner sieht man, dafs der Puls genau von dem Augenblick an, da die V-P das Aufhören des Schmerzes markiert hat, länger und höher wird; ein geringes Unbehagen blieb doch immer als Nachwirkung der starken Reizung zurück. Dieses verschwindet völlig beim Einatmen des Chloroforms; da Volumen und Puls indes bereits zur Norm zurückgekehrt sind, zeigt das Lustgefühl keine ungewöhnlichen Äufserungen.

Betrachten wir jetzt diejenigen Fälle, in welchen der neue Bewufstseinszustand nur eine kurze Zeit hindurch das bestehende Gefühl vergessen läfst, dieses jedoch nicht zu beseitigen vermag. Ein typisches Beispiel hiervon gibt:

Tab. LI, A. $^{10}/_{3}$ 96 nachm. A. L. Sehr deprimierte Stimmung; bei N 1 eine Rechenaufgabe (17×67), bei N 2 die Antwort.

Phase	a-b	b-c	c-d
Anzahl . . .	20	22	17
Länge	5,3	4,9	4,7

Es fällt in die Augen, dafs die Rechenaufgabe statt der gewöhnlichen Volumsenkung der Denkarbeit ein Steigen des Volumens bewirkt; überdies verschwinden die charakteristischen Respirationsoszillationen fast während der Arbeit, was vielleicht doch davon herrührt, dafs die Atmung hier durchweg weniger tief ist. Die Messung zeigt die gewöhnliche Pulsverkürzung der Aufmerksamkeit. Das Eigentümlichste ist also das Verhalten des Volumens. Dies scheint sich nicht wohl anders erklären zu lassen als durch die Annahme, dafs die Depression während der Arbeit abnimmt. Nun sahen wir aber, dafs während einer deprimierten Stimmung wahrscheinlich eine Verminderung des Volumens und der Pulshöhe stattfindet; ein Abnehmen der Depression mufs sich also durch Zunehmen des Volumens und der Pulshöhe äufsern. Diese Zunahme des Volumens scheint

so bedeutend zu sein, dafs sie die Volumsenkung der psychischen Arbeit gänzlich überwindet, und es finden sich denn auch schwache Andeutungen einer vergrölserten Pulshöhe. Dieser Versuch stimmt also mit dem vorher Gefundenen ganz überein. Wir sahen dort, dafs ein Gefühl, welches ein andres gänzlich verdrängt, nicht nur seine eignen Reaktionen herbeiführt, sondern auch zugleich die Reaktionen des früheren Zustands zum Verschwinden bringt. Hier sehen wir, dafs schon allein das Vergessen eines Gefühlszustandes, indem die Aufmerksamkeit von einer Denkthätigkeit in Anspruch genommen wird, eine ähnliche Wirkung hat, solange diese Thätigkeit dauert. Hieraus scheint es also hervorzugehen, dafs die Äufserungen eines Zustands von der Stärke abhängig sind, mit welcher der Zustand sich im Bewufstsein zur Geltung bringt; im Folgenden werden wir dies durch mehrere verschiedenartige Beispiele bestätigt finden.

Tab. LI, B. $^{31}/_{3}$ 96 nachm. C. J. Kopfschmerz, bei ⌐ eine erheiternde Melodie.

Phase	a-b	b-c
Anzahl	23	25
Länge	5,1	5,3

Dieses Beispiel ist insofern ein weniger geeignetes, da wir nicht wissen, wie ein körperliches Übelbefinden, wie Kopfschmerz, sich äufsert. Es ist indes wohl keine falsche Annahme, dafs dasselbe sich wie jede andre Unlust durch Pulsverkürzung, Pulsverminderung und kleines Volumen Ausdruck gibt. Nun sieht man, dafs die Melodie eine Volumsteigung, Pulserhöhung und Pulsverlängerung bewirkt. Da eine derartige Kumulation der Äufserungen des Lustgefühls unter gewöhnlichen Verhältnissen fast niemals stattfindet, wird es ziemlich wahrscheinlich, dafs die Abnahme der vorhandenen Unlust an der Entstehung dieses Resultats mitbeteiligt ist. In den folgenden Kurven ist ein derartiges Zusammenwirken unzweifelhaft.

Tab. LI, C. $^{10}/_{3}$ 96 vorm. A. L. Fühlt Kälte; bei ℕ 1 ein Rechenexempel, 23×47, bei ℕ 2 die Beantwortung.

Phase	a-b	b-c	c-d	d-e
Anzahl . . .	13	4	7	10
Länge	7,8	7,0	7,1	6,7

Die Kurve wurde an demselben Tage genommen wie LI, A, jedoch vor dem Eintreffen des Ereignisses, das die Depression erzeugte. Die V-P hatte draufsen das Frösteln bekommen, und es dauerte einige Zeit, bis sie »auftaute«. Die Wirkungen einer solchen anhaltenden, weitverbreiteten Kälteempfindung kennen wir; sie bestehen in Abnahme des Volumens und der Pulshöhe nebst Verlängerung des Pulses. Demgemäfs sieht man denn auch, dafs der Puls anfangs aufserordentlich langsam ist, 46 pro Min. Die Denkarbeit bewirkt nun eine sehr geringe Veränderung des Volumens; die beiden ersten der drei bekannten Phasen: Steigen, Sinken und Steigen, lassen sich kaum gewahren, während die Kurve sich in der letzten Steigung bis über das ursprüngliche Niveau erhebt, bei vergröfserter Pulshöhe. Die Pulslänge ist bedeutend verkürzt. Dies alles ist leicht verständlich, wenn man annimmt, dafs die körperlichen Äufserungen der Kälte geschwächt werden, weil die Denkarbeit die Kälteempfindung aus dem Bewufstsein verdrängt. Eine Schwächung der Wirkungen der Kälte mufste Zunahme des Volumens und der Pulshöhe nebst Pulsverkürzung bewirken. Indem diese Veränderungen sich mit den Äufserungen der Denkarbeit addieren, wird die Volumsenkung ausgeglichen, so dafs nur die letzte Steigung deutlich hervortritt, ebenso wie die Pulshöhe auch in dieser Phase merkbar zunimmt; und da ferner beide Erscheinungen eine Pulsverkürzung erzeugen, mufs diese eine sehr bedeutende werden. Sobald die Aufmerksamkeit nicht mehr von der Rechenaufgabe in Anspruch genommen wird, tritt wieder die Kälteempfindung mit allen ihren Äufserungen ein, wie der Schlufs der Kurve zeigt. Noch eigentümlicher tritt diese Summation in dem folgenden Versuche hervor, der $^1/_2$ Min. später als der eben besprochene angestellt wurde.

Tab. LI, D u. E. $^{10}/_3$ 96 vorm. A. L. Fühlt beständig Kälte; bei N 1 bitterer Chiningeschmack, der bei N 2 wieder sehr hervortretend ist. E unmittelbare Fortsetzung von D.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h	h-i
Anzahl . .	10	4	7	7	15	15	3	7
Länge . . .	7,8	6,4	6,0	6,3	6,9	7,5	7,0	7,6

Die Verhältnisse, namentlich die der Pulslänge, sind anfänglich ganz dieselben wie vorher. Ungefähr bei b wurde die gewöhnliche Dosis Chinin gegeben; nur das Eintreten der Geschmacksempfindung bei ℕ 1 wurde markiert. Die Volumveränderungen treten ein wenig mehr hervor als im vorigen Versuche. Die Pulshöhe nimmt in der Phase c-d auch merkbar ab, am meisten fällt aber die enorme Pulsverkürzung in die Augen. Das Resultat ist wie früher als ein Zusammenwirken der Äufserungen der Unlust und der aufgehobenen Kälteempfindung zu verstehen, welches namentlich Pulsverkürzung bewirken mufs, da die andern Reaktionen sich gegenseitig bekämpfen. Diese Versuche kamen mir so merkwürdig vor, dafs ich sie an verschiedenen Personen zu wiederholen suchte, indem die Kälteempfindung auf künstlichem Wege hervorgebracht wurde. Die folgenden Kurven zeigen derartige Versuche, die alle das nämliche Resultat geben, so dafs wir uns hierüber in Kürze fassen können.

Tab. LII, A u. B. $^{16}/_{11}$ 96 vorm. J. N. Bei ⌐1 Äther an den rechten Unterarm gespritzt, bei ℕ 2 Rechenaufgabe, 13×27, bei ℕ 3 die Antwort. Plethysmogramm des linken Arms. B ist die unmittelbare Fortsetzung von A.

Phase	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g	g-h
Anzahl . .	20	24	4	2	6	11	13
Länge . . .	5,7	5,6	6,1	5,3	5,4	5,2	5,3

Um eine hinlänglich andauernde Kälteempfindung zu erzielen, war ein kräftiger Ätherreiz erforderlich. Die Folge ist eine sehr unangenehme Kälteempfindung mit gewaltiger Volumsenkung (das Müllersche Ventil ist in fortwährender Thätigkeit zu sehen, zum letztenmal eben vor c) und geringe Pulsverkürzung, die in der Phase c-d indes in Verlängerung übergeht. Die Denkarbeit bewirkt eine neue Volumsenkung, indem das Ventil, wie man sieht, bei den letzten drei Pulsschlägen vor f in Thätigkeit gewesen ist. Darauf bedeutende Volumsteigung. Nachdem die Arbeit aufgehört hat,

tritt die Kälteempfindung mit geringem Volumen von neuem ein; schliefslich verschwindet sie jedoch ganz.

Tab. LII, C u. D. $^{9}/_{11}$ 96 vorm. A. L. Bei ⌐1 Ätherspray auf den rechten Arm, bei ⌐2 Rechenaufgabe, 96×48, bei ⌐3 die Antwort. Volumen des linken Arms, rechte Radialis. D ist die unmittelbare Fortsetzung von C.

Hier wurde das Müllersche Ventil nicht benutzt, weshalb gegen Schluſs des Ätherreizes das Druckventil geöffnet werden mufste. Sonst unterscheiden der Versuch und seine Ergebnisse sich kaum wesentlich von den früheren. Schliefslich ist noch ein Experiment derselben Art wiedergegeben:

Tab. LIII, A. $^{12}/_{11}$ 96 nachm. P. L. Bei ⌐1 Ätherspray auf den rechten Arm, bei ⌐2 Durchlesen einer Reihe sinnloser Silben, bei ⌐3 die Repetition beendigt. Plethysmogramm des linken Arms.

Der Ätherreiz ist hier nicht so anhaltend wie bei den früheren Versuchen, weshalb die Volumsenkung auch nicht so grofs ist. Die durch die Denkarbeit hervorgerufenen Volumveränderungen zeigen freilich die gewöhnlichen drei Phasen, aber während des Sinkens geht das Volumen nicht bis unter das unmittelbar vorhergehende Niveau, so dafs die gesamte Veränderung sich als ein vorübergehendes Steigen des Volumens ausnimmt. Dies ist leicht verständlich, wenn man voraussetzt, dafs die körperliche Äufserung der Kälte beim Vergessen der Kälteempfindung abnimmt. Denn je schwächer diese Empfindung ist, um so leichter wird sie sich aus dem Bewufstsein verdrängen lassen, und um so leichter verschwinden ihre Äufserungen. Deshalb vermag die Denkarbeit in diesem Falle nicht wie in den früheren das Volumen noch ferner zu vermindern. Der Versuch scheint mir aus dem Grunde einige Bedeutung zu haben, weil er eine andre naheliegende Erklärung widerlegt. Man könnte sich nämlich denken, dafs wir bei allen diesen Versuchen das Volumen während der Denkarbeit nicht ferner vermindert sähen, weil das Volumen überhaupt nicht kleiner werden könnte; eine Grenze mufs seine Verminderung notwendigerweise haben. Ganz davon abgesehen, wie unwahrscheinlich es ist, dafs eine kurze Abkühlung des einen Arms das

Volumen des andern bis zum Minimum bringen sollte, ist diese negative Erklärung erstens durchaus nicht im stande, die vorkommenden Pulsveränderungen zu deuten. Aufserdem müfste sie notwendigerweise verlangen, dafs ein ferneres Sinken des Volumens um so weniger möglich sei, je stärker die Abkühlung ursprünglich gewesen wäre. Alle meine Kurven zeigen aber gerade das Verhalten, das hier durch ein paar einzelne Kurven beleuchtet wurde: je schwächer der bestehende Zustand ist, und je leichter er sich folglich beseitigen läfst, um so leichter tritt ein Steigen statt eines Sinkens des Volumens ein. Das Verhältnis ist ganz dem analog, was wir von der Spannung kennen; nur während der schwachen Spannung, die leicht aufzuheben ist, sehen wir die grofsen vorübergehenden Volumsteigungen. Es scheint mir also keinen Zweifel erleiden zu können, dafs die wahrgenommenen Reaktionen wirklich zum Teil davon herrühren, dafs die körperlichen Äufserungen abgeschwächt werden, indem die Aufmerksamkeit sich von dem vorher gegebenen Bewufstseinszustand abwendet.

Falls dies richtig ist, falls es sich wirklich so verhält, dafs die körperlichen Reaktionen aufgehoben oder allenfalls abgeschwächt werden, wenn der psychische Zustand, an welchen sie geknüpft sind, aus dem Bewufstsein verdrängt wird, so folgt hieraus, dafs ein Reiz, der nicht zum Bewufstsein gelangt, sich auch keine körperliche Äufserung gibt. Diese Konsequenz scheint in der Erfahrung Bestätigung zu finden. Mentz beobachtete mehrmals, dafs ein zufälliges Geräusch auf den Puls und die Atmung der V-P durchaus nicht influierte; die nähere Untersuchung ergab, dafs in allen solchen Fällen die V-P das Geräusch gar nicht gehört hatte. Er kommt daher zu dem Resultat: »Ein wirkliches Durchdringen des Reizes zum Bewufstsein scheint nötig zu sein, um die Puls- und Atemverlängerung zu erzielen«[1]. Um womöglich eine fernere Bestätigung dieses äufserst wichtigen Satzes zu erhalten, stellte ich einige Versuche auf die Weise an, dafs ich die V-P sich in eine gröfsere

[1] Die Wirkung akustischer Sinnesreize auf Puls und Atmung. Phil. Stud. Bd. XI, S. 83.

Rechenaufgabe vertiefen lieſs, die ihre ganze Aufmerksamkeit beanspruchte; wenn sie gut in Gang gekommen war, wurde der eine Arm mittels eines kräftigen Ätherstrahls abgekühlt. Kommt dieser Reiz nun nicht zum Bewuſstsein, weil die Aufmerksamkeit andere Richtungen eingeschlagen hat, so sollten auch die körperlichen Reaktionen der Kälte nicht eintreten. Dies geht nun auch aus den Versuchen hervor.

Tab. LIII. B u. C. $^{10}/_{12}$ 96 nachm. A. L. Anfangs einige Gemütsbewegung, Furcht, es möchte nicht gelingen, die Aufmerksamkeit ausschlieſslich beim Rechnen zu halten. Bei ⋀ 1 Rechenaufgabe, 17×342, bei ⊓ 2 Ätherbesprengung des rechten Arms. Bei ⋀ 3 das Fazit der Rechenaufgabe angegeben; ⊓ 4 Wiederholung der Ätherbesprengung der Kontrolle wegen. Volumen des linken Arms, rechte Radialis. C ist die unmittelbare Fortsetzung von B.

Das niedrige Volumen, der schnelle Puls und die Respirationsoszillationen verraten die Gemütsbewegung, die sich doch vor dem Beginn des Versuchs etwas verloren hat. Die Denkarbeit erzeugt die bekannten Veränderungen; die Volumsenkung ist indes nur eine geringe, wahrscheinlich als Folge davon, daſs die Gemütsbewegung zugleich abnimmt, wodurch das Volumen etwas zunehmen muſs. Es findet sich aber keine Spur davon, daſs die Abkühlung bei ⊓ 2 den allergeringsten Einfluſs auf das Volumen hätte: sie gelangte überhaupt gar nicht zum Bewuſstsein der V-P. Vergleicht man hiermit die starke Volumsenkung, welche die kürzere und schwächere Abkühlung bei ⊓ 4 verursacht, so ist es wohl kaum zu bezweifeln, daſs die Konzentration der Aufmerksamkeit vollständig verhindert hat, daſs der Reiz zum Bewuſstsein kam, wodurch dessen körperliche Äuſserungen mithin ausgeschlossen wurden. Ganz unangreifbar ist der Versuch zwar nicht, weil es sich unmöglich entscheiden läſst, welchen Anteil an diesem Resultate die fortwährend abnehmende Gemütsbewegung hat. Sicher ist es aber jedenfalls, daſs das Volumen sich hier sehr weit von einem Minimum befindet, so daſs darum die Abkühlung sehr wohl eine Senkung hätte hervorrufen können. Es gibt deshalb nur zwei Arten, wie sich das Unterbleiben der Reaktion erklären läſst.

Entweder kann man annehmen, dies rühre von dem Umstande her, daſs der Reiz gar nicht zum Bewuſstsein gelangt sei. Oder man kann annehmen, das Abnehmen der Gemütsbewegung bewirke eine so starke Volumsteigung, daſs die Volumsenkung der Abkühlung hierdurch ausgeglichen würde. Letzteres ist jedoch höchst unwahrscheinlich, weil die starke Volumsteigung mit vergröſserter Pulshöhe am Ende der Kurve C darauf hindeutet, daſs die Gemütsbewegung sich erst hier verloren hat. Es bleibt also nur die erstere Möglichkeit zurück.

Dieser eine Versuch ist so gründlich diskutiert worden, weil es der einzige Fall ist, in welchem es der V-P vollständig gelang, dem Empfinden des äuſseren Reizes zu entgehen, während sie sich in eine Arbeit vertieft hatte. Bei allen meinen andern Versuchen dieser Art gelangte der Reiz mehr oder weniger zum Bewuſstsein, und somit wurde eine Reaktion natürlich unvermeidlich. Diese Reaktionen sind aber durchweg so schwach, daſs sie deutlich anzeigen, wie die körperliche Äuſserung vom Bewuſstseinszustande abhängig ist. Ich gebe nur einen einzelnen dieser Versuche wieder, der ungefähr eine Viertelstunde nach dem oben besprochenen mit derselben V-P angestellt wurde:

Tab. LIII, D. $^{10}/_{12}$ 96 nachm. A. L. Völlig ruhig; bei ⋀ 1 Rechenaufgabe, 23×331, bei ⊓ 2 Besprengung des rechten Arms mit Äther; bei ⋀ 3 das Fazit angegeben. Plethysmogramm des linken Arms, rechte Radialis.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f
Anzahl . . .	8	5	3	2	17
Länge . . .	4,5	4,2	4,2	4,1	4,2

Die V-P gab an, es sei ihr nicht gelungen, sich recht in die Aufgabe zu vertiefen, als die Besprengung mit Äther begann, weshalb sie die Kälte einen kleinen Augenblick empfunden habe. Diese Empfindung sei während der Denkarbeit doch gleich danach verschwunden. Ausgenommen, daſs die Kurve ein Sinken c-f zeigt, welches weit mehr Pulse umfaſst, als die Konzentration der Aufmerksamkeit zu bewirken pflegt, findet sich sonst keine Spur, daſs die Abkühlung sich geäuſsert

hätte. Dieser geringe Einfluſs eines sonst kräftigen Reizes ist wohl zunächst als ein Beweis zu betrachten, daſs der Bewuſstseinszustand, nicht aber der Reiz für die körperliche Äuſserung entscheidend ist[1]. Alle unsre Erfahrungen gehen also in derselben Richtung:

Ein äuſserer Reiz muſs bis zum Bewuſstsein durchdringen, um organische Reaktionen verursachen zu können. Und je mehr ein psychischer Zustand die Aufmerksamkeit zu fesseln und sich im Bewuſstsein Geltung zu verschaffen vermag, um so mehr treten auch seine körperlichen Äuſserungen hervor. Hieraus folgt, daſs ein Bewuſstseinszustand A, der von einem andern, B, vollständig verdrängt wird, auch seinen Einfluſs auf den Organismus verliert, wenn B eintritt. Die von B hervorgebrachte körperliche Reaktion wird deshalb die Resultante der Äuſserungen des B und derjenigen Veränderungen, welche das Verschwinden des A zur Folge hat. Wird der ursprüngliche Zustand A nicht völlig von dem neuen Zustande B verdrängt, sondern nur einen Augenblick lang vergessen, so wird die gesamte Reaktion ebenfalls die Resultante der Äuſserungen des B und der durch Verminderung des A herbeigeführten Veränderungen. Letzteres wird namentlich der Fall sein, wenn der ursprüngliche Bewuſstseinszustand ein anhaltendes Gefühl, eine Stimmung oder eine betonte Empfindung ist, deren äuſsere Ursache zu bestehen fortfährt.

---

[1] Wenn Ribot (Psychologie des sentiments, S. 32) zu dem entgegengesetzten Resultate gelangt, rührt dies wohl von seinem sonderbaren Glauben her, man könne aus einigen — nicht einmal völlig übereinstimmenden — physiologischen Versuchen an hirnlosen Tieren etwas über die Verhältnisse eines normalen Menschen schlieſsen. Da dergleichen Schlüsse nicht ungewöhnlich sind, müssen die betreffenden Forscher wohl davon ausgehen, daſs entweder kein psychischer Unterschied zwischen einem hirnlosen Frosch und einem völlig entwickelten Menschen existiere, oder auch, daſs der psychische Unterschied ganz bedeutungslos sei, weil das Psychische überhaupt im Dasein überflüssig sei. Letzterer Ansicht scheint Ribot sich zunächst zuzuneigen.

ANALGESIE WÄHREND DER STICKSTOFFOXYDUL-NARKOSE.

Die Gültigkeit des Satzes, zu dem wir am Schlusse des vorigen Abschnitts gelangten, ist vorläufig nur mit Bezug auf solche Konflikte verschiedener Zustände dargelegt, wie sie im Bewufstsein eines normalen Menschen vorkommen können. Gilt derselbe aber hier, so ist es a priori wohl kaum zu bezweifeln, dafs er sich auch als unter anormalen Verhältnissen, wie Intoxikationen, hypnotischen Suggestionen u. s. w., welche einen äufseren Reiz daran verhindern können, bis zum Bewufstsein vorzudringen, gültig erweisen wird. In allen solchen Fällen sollte es sich also ebenfalls zeigen, dafs der Reiz keine Veränderungen des Blutkreislaufes zu erzeugen vermag. Wir beginnen nun mit der Untersuchung, ob diese Konsequenz unsrer früheren Resultate rücksichtlich der Stickstoffoxydul-Narkose stichhaltig ist.

Die erforderliche Anleitung zum Hervorrufen einer Stickstoffoxydul-Narkose findet sich in Jumon: Manuel d'anesthésie par le protoxyde d'azote, Paris 1895; die hier gegebenen Anweisungen wurden im ganzen befolgt. Da es für unsre Versuche nicht notwendig war, einen so lange dauernden anästhetischen Zustand zu erzeugen, als sich überhaupt erreichen läfst, sondern nur dasjenige Stadium der Analgesie, das gewöhnlich dem vollständigen Verlust des Bewufstseins vorhergeht, war ein verhältnismäfsig kurz dauerndes Einatmen genügend. Wie aus den Tafeln hervorgehen wird, wechselte die Dauer des Einatmens von 10 bis 14 Atemzügen, und dabei wurden durchschnittlich nur 10 Liter Gas verbraucht, ein wenig mehr als halb so viel, als gewöhnlich zur Erzeugung einer vollständigen Anästhesie für notwendig gerechnet wird. Da alle Versuchspersonen junge, kräftige Leute waren, zeigte sich während der ganzen Betäubung niemals ein einziges beunruhigendes Symptom. Übrigens war stets ein Arzt anwesend, der seinen Platz am Kymographen hatte, wo er mit Hilfe der aufgezeichneten Kurven am sichersten zu kontrollieren vermochte, ob alles normal verlief.

Mit Bezug auf den subjektiven Zustand der Versuchspersonen ist zu bemerken, dafs in keinem einzigen Falle ein Stadium der Erregung oder Heiterkeit gewahrt wurde, welches zuweilen der Analgesie vorausgeht. Der ganze Verlauf war stets ein völlig ruhiger, wenn man ausnimmt, dafs bei jedem, der zum erstenmal als Versuchsperson dienen sollte, eine ziemlich natürliche Ängstlichkeit vorhanden war. Bei späteren Wiederholungen scheint diese Gemütsbewegung sich gar nicht geltend gemacht zu haben. Die angewandte Dosis Stickstoffoxydul scheint regelmäfsig genügt zu haben, um Analgesie ohne Anästhesie hervorzubringen. Die meisten Versuchspersonen gaben nämlich an, sie hätten deutlich die Berührung der Apparate mit der Haut bemerkt, der Schmerz sei jedoch vollständig aufgehoben gewesen. Nach dem Versuche verflofs wohl niemals mehr als 1 Minute, bis die V-P wieder durchaus normal war.

Als Mittel zur Hervorbringung des Schmerzes wurden kräftige Induktionsströme angewandt. Vor dem Beginn der Narkose nahm die V-P die eine Elektrode in die Hand; die andre wurde vom Experimentator im rechten Augenblick entweder am Arm, unmittelbar oberhalb des Handgelenks, oder an der Wurzel des Daumens angebracht, selbstverständlich an dem nicht im Plethysmographen eingeschlossenen Arm. Wie oben (S. 111) erwähnt, sind Induktionsströme wegen der durch sie erzeugten heftigen unwillkürlichen Bewegungen nicht besonders geeignet, die anderen charakteristischen Reaktionen des Schmerzes nachzuweisen; wo es aber, wie hier, nur darauf ankommt, festzustellen, dafs die eigentümlichen Reaktionen des Schmerzes unterbleiben, sind sie natürlich sehr wohl zu verwenden. Aufserdem besitzen sie den Vorzug vor jedem andern Mittel, dafs sie keine dauerhafte Verletzung nach sich ziehen, selbst wenn die Stärke oder die Dauer des Reizes zufälligerweise gar zu grofs wird, was bei einem analgetischen Individuum, das nichts fühlt und deshalb auch keine rechtzeitige Anzeige macht, wohl eintreten kann.

Bei Versuchen dieser Art, wo eine wirkliche Intoxikation hervorgebracht wird, ist es natürlich vorerst festzustellen, welchen Einflufs das Gift selbst auf die V-P hat. Ein typisches Beispiel hiervon ist Tab. IV, A—D

wiedergegeben. Bei ⌊ in der Kurve A fing das Einatmen des Gases an, bei ⌊ in der Kurve B hielt es auf. Die V-P wurde durchaus keinem andern Reize unterworfen. Die Kurve zeigt allmähliches Steigen des Volumens mit starken Respirationsoszillationen, solange die Einatmung andauert; hört diese auf, so sinkt das Volumen bis auf das ursprüngliche Niveau. Die folgenden Kurven zeigen, wie S. 43 erwähnt, dafs der Zustand schnell zum völlig normalen Gleichgewicht des Gemüts zurückkehrt. Das eigentümliche Steigen des Volumens während der Einatmung nebst nachfolgendem Sinken, wenn diese aufhört, ist mehr oder weniger entschieden in allen meinen Kurven zu finden. Speziell ist das Sinken für uns von Bedeutung, weil es oft gerade zu dem Zeitpunkte eintritt, da die Analgesie vorhanden ist und man folglich eingreifen mufs. Weifs man nun nicht, dafs diese Senkung eine normale Folge der Intoxikation ist, so wird sie leicht als eine Reaktion des Schmerzes betrachtet werden können, was eine durchaus mifsweisende Erklärung des Versuches sein würde. Das Verhältnis ist sehr gut durch Tab. XXXIX, A—D illustriert, die S. 121 in anderem Zusammenhange besprochen wurde. Die V-P war hier anfangs ängstlich, was sich leicht aus der Kurve ersehen läfst. Bei ⌊ in der Kurve A begann die Einatmung, die bei ⌊ 1 in der Kurve B aufhielt; B ist die unmittelbare Fortsetzung von A. Trotz der grofsen Oszillationen ist das Steigen des Volumens während der Einatmung leicht zu verfolgen; von ⌊ 1 an beginnt das Volumen wieder allmählich zu sinken. Bei ⌈⌉ 2 wirkte ein sehr kräftiger Induktionsstrom, dessen Dauer durch das Zeichen angegeben ist. Derselbe bringt tiefe Atmung und eine Muskelkontraktion des Arms hervor, übrigens setzt das Volumen sein allmähliches Sinken fort; dafs dieses durch den Reiz verstärkt werde, ist wohl kaum angedeutet. Die V-P gab denn auch an, sie habe allerdings bemerkt, dafs die Pinselelektrode die Haut berührte, jedoch gar keinen Schmerz verspürt. Die Kurve C zeigt den Zustand 5 Sek. nach B; D ist die unmittelbare Fortsetzung von C. Hier war die V-P wieder völlig normal; der Kontrolle wegen wurde ein momentaner Reiz durch einen Induktionsstrom derselben Stärke wie

vorher versucht. Trotz der äufserst kurzen Berührung mit der Elektrode ist die Wirkung eine fürchterliche: gewaltige Kontraktionen der Respirations- sowohl, als der Armmuskeln stören die Kurve vollständig. Vergleicht man diese Wirkung mit der Reaktion während der Analgesie, so mufs man doch wohl sagen, dafs letztere aufserordentlich abgeschwächt ist. Dasselbe geht hervor aus dem Versuche:

Tab. LIV, A—D. $^{13}/_{5}$ 95 nachm. Dr. N. Elektrische Reize vor, während und nach der Stickstoffoxydul-Narkose.

Die Kurve A zeigt die Wirkung eines momentanen elektrischen Stroms von grofser Stärke: gewaltige Kontraktionen der Atmungs- und Armmuskulatur, aufserdem bedeutende Volumsenkung. Eine halbe Minute später wurde B genommen. Die grofse Volumschwankung zu Anfang deutet vielleicht auf eintretende Spannung hin; dies ist indes zweifelhaft, da die Pulshöhe nicht abnimmt. Bei N 1 begann die Einatmung des Stickstoffoxyduls, welche das gewöhnliche langsame Steigen des Volumens bewirkt. C ist die unmittelbare Fortsetzung von B. Bei N 2 hielt die Einatmung auf: die Kurve zeigt, dafs die Volumsenkung bereits stattgefunden hat, so dafs hier keine fernere Veränderung zu gewahren ist. Bei ⌐| 3 ein lange dauernder Induktionsstrom der nämlichen Stärke wie vorher. Hier bemerkt man freilich einen kennbaren Einflufs auf die Atmung und das Volumen, wenn man aber die Dauer des Stromes berücksichtigt, ist die Reaktion im Vergleich mit der früheren, in der Kurve A, indes eine ganz verschwindende. 5 Sek. nach C wurde D genommen. Bei N ein momentaner elektrischer Stofs: die Wirkung ist nur gering, die V-P gab aber an, sie habe fast gar nichts gemerkt; dies mag nun seinen Grund darin finden, dafs die Analgesie nicht aufgehört hatte, oder auch darin, dafs die Elektrode nicht in hinlängliche Berührung mit der Haut gebracht war. — Auf der folgenden Tafel sind ein paar Kurven wiedergegeben, welche zeigen, wie die Wirkungen des Stickstoffoxyduls von grofser individueller Verschiedenheit sind, indem die Volumsteigung bei einigen Individuen durchaus enorm ist und lange nach dem Aufhalten der Ein-

atmung fortwährt, bei anderen dagegen nur wenig hervortritt.

Tab. LV, A u. B. $^{15}/_{5}$ nachm. Ly. Bei ℕ 1 beginnt die Einatmung von Stickstoffoxydul, die bei ℕ 2 aufhört. B ist die unmittelbare Fortsetzung von A.

In der Kurve B sieht man das Volumen unausgesetzt steigen, also lange nachdem die Einatmung aufgehört hat; darauf sinkt es wieder ohne äufseren Anlafs. Im Gegensatz hierzu steht:

Tab. LV, C u. D. $^{24}/_{5}$ 95 nachm. A. L. Bei ℕ 1 Einatmung von Stickstoffoxydul, die bei ℕ 2 aufhört. D ist die unmittelbare Fortsetzung von C.

Schliefslich gebe ich einen einzelnen Versuch wieder, welcher zeigt, dafs die Stickstoffoxydul-Narkose nicht nur den Schmerz bei Induktionsströmen, sondern auch die Unlust an unangenehmen Reizen anderer Art aufhebt:

Tab. LVI, A u. B. $^{8}/_{5}$ 95 nachm. A. L. Bei ℕ 1 hielt die Einatmung von Stickstoffoxydul auf, bei ℕ 2 wurde ein Theelöffel voll 10 % haltigen schwefelsauren Chinins eingenommen; erst bei ℕ 3 wurde das Unangenehme des Geschmacks bemerkt. Zwischen dem Ende von A und dem Anfang von B liegt ein Zeitraum von 20 Sek.

Hier ist der erste Teil des Versuchs weggelassen, wo die Einatmung begann, da die Wirkungen des Stickstoffoxyduls nun hinlänglich bekannt sind. Die Kurve zeigt, dafs der Geschmacksreiz keine sonderlich intensive Wirkung hat; es findet sich nur eine geringe Volumsenkung nach dem Abschlufs der gleichzeitigen tiefen Atmung. Die V-P gab denn auch an, sie habe freilich einen schwachen bittern Geschmack merken können, jedoch nicht das geringste Unbehagen dabei empfunden. Erst 50 Sek. später, bei ℕ 3, trat der unangenehme Geschmack deutlich hervor; hier sieht man auch eine starke Volumsenkung.

Während der durch die Stickstoffoxydul-Narkose hervorgerufenen Analgesie vermögen schmerzhafte oder unangenehme Reize zwar Kontraktionen der willkürlichen Muskulatur auszulösen, die organischen Reaktionen sind jedoch entweder vollständig aufgehoben oder

allenfalls in demselben Maſse abgeschwächt, wie die Empfänglichkeit für Schmerz erniedrigt ist.

DIE HYPNOSE.

Der eigentliche Zweck der Hypnotisierung war, wie früher erwähnt, die Untersuchung, ob sich während der durch Suggestion hervorgerufenen Analgesie und Anästhesie überhaupt Reaktionen gegen schmerzhafte Reize nachweisen lieſsen. Die rechte Erklärung derartiger Versuche erfordert indes, daſs man zuvörderst die eigentümlichen Äuſserungen der Hypnose kennen lernt. Wir fangen also damit an, daſs wir diese bestimmen, wozu das vorliegende Versuchsmaterial natürlich den erforderlichen Stoff bietet. Da sich auſserdem während der Versuche reichliche Gelegenheit fand, die körperlichen Äuſserungen suggerierter Gefühle und Affekte zu studieren, nehme ich auch einen Teil dieser Experimente mit, mittels deren man weit sicherer, als dies auf irgend eine andre Weise möglich ist, festzustellen vermag, ob ein Mensch wirklich hypnotisiert ist oder nicht.

Als Versuchspersonen bei diesen Versuchen dienten zwei Studenten, eine Dame und ein Herr, die als am leichtesten hypnotisabel unter einer gröſseren Anzahl Freiwilliger, die sich zur Verfügung gestellt hatten, gewählt waren. Die beiden betreffenden Personen boten übrigens keine Anzeichen von Kränklichkeit, Hysterie u. dgl. dar. Die eine war noch nie hypnotisiert worden; die andre war dagegen früher ziemlich oft bei dergleichen Versuchen das Medium gewesen und war dann durch Anstarren eines blanken Gegenstandes in Hypnose gesetzt. Ich bediente mich bei beiden Versuchspersonen ausschlieſslich der reinen Bernheimschen Methode, der Hypnotisierung durch Verbalsuggestion[1]. Es ist vielleicht nicht ohne Bedeutung, zu bemerken, daſs ich während der Hypnotisierung niemals eine vasomotorische Erscheinung[2] (angenehme Wärme der Arme

---

[1] Bernheim: De la suggestion. 2e éd. Paris 1888.

[2] Forel: Der Hypnotismus. 3. Aufl. Stuttgart 1895. S. 147.

und Beine) direkt suggerierte; eine solche Suggestion würde den während der Hypnotisierung aufgenommenen Kurven wahrscheinlich ein etwas andres Aussehen mitteilen als dasjenige, welches die meinigen darbieten. Grofs würde die Abweichung wohl kaum werden, das der Hypnose Eigentümliche würde aber wohl schwerlich so rein hervortreten als in meinen Kurven. Bei allen Versuchen während der Hypnose assistierte mir wenigstens ein Arzt.

Da nach der Bernheimschen Methode die Hypnose durch Schlafsuggestionen hervorgerufen wird, hat man hieraus ganz natürlich den Schlufs gezogen, die Hypnose sei überhaupt dem normalen Schlaf nahe verwandt. Selbstbeobachtungen des Dr. Bleuler[1] und andrer Hypnotisierten[2] haben jedoch dargethan, dafs der Hypnotisierte keineswegs im allgemeinen Sinne des Wortes schläft. Es hat deshalb sein selbständiges Interesse, zu sehen, welche organischen Veränderungen das Eintreten der Hypnose begleiten. Wir sahen oben, dafs beim Eintreten des normalen Schlafs eine bedeutende Volumsteigung im Verein mit erhöhten und verlängerten Pulsen stattfindet; aufserdem bietet die Volumkurve starke Oszillationen und sanfte Undulationen dar. Etwas Ähnliches könnte man von der Hypnose erwarten, wenn diese nur eine Modifikation des normalen Schlafs wäre. Aber in keiner einzigen der mir zu Gebote stehenden zahlreichen Kurven ist etwas von all diesem zu entdecken. Völlig typisch ist das Verhältnis zwischen dem wachen Zustand und der Hypnose Tab. II, A u. B gezeigt. Die Kurve A wurde unmittelbar vor dem Anfang der Hypnotisierung aufgenommen; hier sind starke Undulationen, und die Pulslänge ist durchschnittlich 5,1 (von a-b). Die Kurve B ist 3 Min. später genommen, während die V-P sich in einer leichten Hypnose befand. Das Volumen ist unverändert (die Nulllinie ist 9 mm gehoben, vgl. Tab. II), die Pulshöhe ebenfalls, und alle Undulationen sind so gut wie verschwunden. Die Pulslänge hat aber bis 4,4 (a-b) abgenommen. Zur voll-

---

[1] Forel: Der Hypnotismus. S. 216 u. f.

[2] Wetterstrand: Selbstbeobachtungen während des hypnotischen Zustandes. Zeitschrift für Hypnotismus. Bd. 4. S. 112 u. f.

ständigen Erhellung der Sache gebe ich ferner die Kurve, welche aufgenommen wurde, während die Hypnotisierung vorging.

Tab. LVI, C. $^{3}/_{10}$ 95 abends. Ly. Wird hypnotisiert.

Die Aufzeichnung der Kurve begann mit der Hypnotisierung zugleich. Da keine Veränderungen erschienen, wurde der Kymograph ungefähr 1 Min. angehalten; es war mit dem am Kymographen sitzenden Assistenten verabredet worden, dafs der Cylinder sogleich wieder in Gang gesetzt werden sollte, wenn das geringste Anzeichen von Volumveränderungen zum Vorschein käme; sonst sollten nur mit Zwischenräumen von ungefähr 1 Min. kleine Kurvenstrecken aufgenommen werden, damit man den Zustand sehen könnte. Wie die Kurve zeigt, wurde der Cylinder zweimal angehalten, und es erschien nur eine einzelne, ganz vorübergehende Volumsteigung. Die Kurve ist unterbrochen, indem ihre Fortsetzung Tab. II, B von a an gegeben ist. — Die beiden folgenden Kurven zeigen ganz dasselbe Verhalten bei meinem anderen Medium.

Tab. LVI, D u. E. $^{8}/_{10}$ 95 abends. H. K. Vor und während der Hypnotisierung.

Der Anfang von D zeigt den Zustand vor dem Beginn der Hypnotisierung; die Pulslänge ist 4,7 (a-b). Während des ersten Aufenthalts von 1 Min. begann die Hypnotisierung; bei ℕ 1 wurde tieferes und langsameres Atmen suggeriert. Während des nächsten Aufenthalts von 1 Min. schritt die Hypnotisierung ohne Unterbrechung weiter vor; bei ℕ 2 der Befehl, die Augen zu schliefsen und sie nicht wieder öffnen zu können. Zwischen D und E liegt wieder ein Zeitraum von ungefähr 1 Min. Die Hypnose war jetzt eingetreten. Bei ℕ 3 wurde der Arm kataleptisch ausgestreckt; die starken Volum- und Atmungsschwankungen rühren von den Bemühungen der V-P her, den Arm sinken zu lassen. Bei ℕ 4 der Befehl, ihn sinken zu lassen; bei ℕ 5 begann eine Suggestion, die erst später zur Ausführung kam. Die Pulslänge von c-d ist 4,2, im Vergleich mit der vorhergehenden Norm also wieder verkürzt; im Volumen und in der Pulshöhe ist keine andre Veränderung zu sehen als die, welche von dem Bestreben herrührt, einer bestimmten Suggestion zu widerstehen.

Die bei N 5 gegebene Suggestion ging darauf aus, dafs die V-P auf ein gegebenes Zeichen anfangen sollte, bis 20 zu zählen, ohne jedoch im stande zu sein, die Zahlen, welche Multipla von 4 wären, nennen zu können. Der Vollständigkeit wegen gebe ich die Ausführung der Suggestion:

Tab. LVII, A. $^{8}/_{10}$ 95 abends. H. K. Zählt bis 20, ist aber nicht im stande, die Zahlen 4, 8 und 16 zu nennen; die 12 gelingt dagegen.

Die Kurve ist die unmittelbare Fortsetzung von LVI, E. Das Zählen geschah sehr langsam; die drei langen, sehr zackigen Atemzüge entstanden während der Bestrebungen, die verbotenen Zahlen zu nennen; die 12, die es der V-P zu nennen gelang, bewirkte keine Störung der Atmung. Während dieser Hypnose wurden noch andre Versuche angestellt, auf die wir später zurückkommen werden; hier interessiert uns am meisten das Erwachen. Dieses ist wiedergegeben:

Tab. LVII, B. $^{8}/_{10}$ 95 abends. H. K. Ist hypnotisiert. Übergang in den normalen Zustand.

Die Pulslänge hat ein wenig zugenommen, sie ist 4,6 in der Phase a-b. Während des in der Kurve zu sehenden Aufenthalts wurde die gewöhnliche Suggestion gegeben: sich nach dem Erwachen wohl zu befinden u.s.w. Der eigentliche Befehl: Aufwachen! erzeugte eine starke Störung der Kurve, indem die V-P eine Reihe Bewegungen machte; gleich darauf sinkt das Volumen jedoch bis aufs vorige Niveau. Um dergleichen Störungen zu vermeiden, gab ich bei späteren Gelegenheiten der V-P stets den Befehl, sich beim Erwachen ruhig zu verhalten; diese Suggestionen wurden immer verwirklicht. Ein Beispiel gibt:

Tab. LVII, C. $^{24}/_{10}$ 95 abends. Ly. Hypnotisiert; es wird der Befehl erteilt, sich beim Erwachen ruhig zu verhalten u. s. w. Bei N Aufwachen!

Während die Suggestion gegeben wird, bietet das Volumen ziemlich grofse Undulationen dar; die Suggestion bewirkt indes nicht nur physische, sondern auch psychische Ruhe, indem die Undulationen beim Erwachen wegfallen. Übrigens keine Andeutung von Volumveränderungen, nur die Pulslänge nimmt beim Erwachen zu; sie ist in der Phase a-b 5,4, in der

Phase b-c 5,5, was mit der durch das Eintreten der Hypnose hervorgerufenen Verkürzung in Übereinstimmung ist. Da sich in allen meinen Kurven dasselbe Verhalten zeigt, kann man also folgendes Resultat feststellen:

Der durch Schlafsuggestion hervorgerufene hypnotische Zustand eines sonst normalen (nicht hysterischen) Individuums bewirkt nur eine Pulsverkürzung, sonst aber keine nachweisbaren Veränderungen weder des Armvolumens, noch der Pulshöhe.

Ob man nach diesem Resultate noch berechtigt ist, von der nahen Verwandtschaft der Hypnose mit dem normalen Schlaf zu reden, lasse ich dahingestellt. Sicher ist es indes, dafs sich während der Hypnose auf mehreren Sinnesgebieten eine ähnliche Steigung der Reizschwelle nachweisen läfst wie während des normalen Schlafes. In Ermangelung eines besseren Ausdrucks ist es deshalb ganz treffend, zu sagen, dafs bei dem Hypnotisierten mehrere Sinne »schlafen«. Aufserdem ist es leicht nachzuweisen, dafs der Hypnotisierte dermafsen suggestibel ist, dafs sich auf den Gebieten der »schlafenden« Sinne Halluzinationen hervorrufen lassen, sogar wenn gleichzeitig ein äufserer Reiz eintritt, der unter normalen Verhältnissen einen der suggerierten Halluzination völlig widerstreitenden Bewufstseinszustand erzeugen würde. Die körperlichen Reaktionen sind in solchem Falle ausschliefslich von dem faktischen Bewufstseinszustand, also von der Suggestion abhängig, während der äufsere Reiz, der nicht zum Bewufstsein kommt, auch keine Spuren in den körperlichen Äufserungen hinterläfst. Ein besserer Beweis, dafs die Hypnose keine Posse ist, wie einige Schriftsteller noch anzunehmen geneigt sind, ist kaum denkbar. Aufserdem erhalten wir durch derartige Versuche eine fernere Bestätigung des früher gefundenen Resultats: dafs ein Reiz sich nur, insofern er zum Bewufstsein kommt, körperliche Äufserung geben kann. Aus meinem sehr reichhaltigen Versuchsmaterial wähle ich einige einzelne Beispiele zur Beleuchtung der verschiedenen möglichen Verhältnisse zwischen der Suggestion und dem gleichzeitigen äufseren Sinnesreize.

Tab. LVII, D. $^{3}/_{10}$ 95 abends. Ly. Hypnose; bei N eine Dosis 10% haltiger schwefelsaurer Magnesia gegeben, mit der Suggestion, dafs der Geschmack ein sehr angenehmer sein würde.

In der Kurve findet sich durchaus kein Anzeichen der Unlust, indem weder das Volumen, noch die Pulshöhe, noch die Pulslänge abnimmt. Dagegen erscheint nach Verlauf von 12 Pulsschlägen eine ziemlich deutliche Volumsteigung mit zunehmender Pulshöhe. Die Suggestion scheint also trotz des widerlichen Geschmacks des Bittersalzes vollständig realisiert zu sein. Hiernach liegt auch nichts Sonderbares darin, dafs eine suggerierte angenehme Empfindung eine weit kräftigere Lustreaktion zu geben vermag, als die wirkliche Empfindung im wachen Zustande hervorbringen würde, namentlich wenn gleichzeitige äufsere Reize in entgegengesetzter Richtung von der hypnotisierten V-P ferngehalten werden. Ein Beispiel hiervon gibt:

Tab. LVIII, A. $^{29}/_{10}$ 95 abends. H. K. Bei N suggerierte Schokoladekuchen; der Löffel, aus welchem die V-P dieselben zu empfangen glaubte, war völlig leer und rein.

Hier ist eine nicht geringe Volumsteigung mit stark vergröfserter Pulshöhe. Vergleicht man diese Kurve mit der Tab. XLVI, A, welche die Wirkung wirklicher Schokoladekuchen an demselben Abend auf dieselbe V-P in wachem Zustande zeigt, so sieht man, dafs die suggerierten Kuchen eine wenigstens ebenso kräftige Äufserung der Lust erzeugten. — Natürlich steht auch nicht das Geringste im Wege, dafs ein angenehmer Reiz vermöge gleichzeitiger Suggestion Unlust herbeiführt:

Tab. LVIII, B. $^{12}/_{11}$ 95 abends. H. K. Hypnose. Bei N 1 Schokoladekuchen gegeben mit der Suggestion, es seien Chininpillen, die zerkaut werden müfsten. Bei N 2 der Befehl, dafs der Geschmack noch schlimmer werden sollte. Nach dem Erwachen erklärte die V-P, der Geschmack sei ein äufserst unangenehmer gewesen.

In der Kurve ist die Reaktion der Unlust unverkennbar; die Volumsenkung ist freilich keine grofse, die Abnahme der Pulslänge und der Pulshöhe ist aber leicht ohne Messung zu sehen. — Die Leichtigkeit, mit welcher dergleichen Halluzinationen des Geschmacks

und Geruchs schon bei leichter Hypnose zu stande kommen, ist ganz erstaunlich. Es scheint mir keinen Zweifel erleiden zu können, dafs unter gewöhnlichen Verhältnissen gerade diese beiden Sinne bei der Hypnotisierung zuerst »einschlafen«; später werden auch allmählich, wie die Hypnose tiefer wird, die andern Sinne einschlafen. Ich erhielt z. B. Geruchs- und Geschmackssuggestionen unter Verhältnissen realisiert, wo der Tast- und der Muskelsinn noch völlig wach waren. Beispiele hiervon geben die beiden folgenden Kurven:

Tab. LVIII, C. $^{5}/_{11}$ 95 abends. H. K. Sehr leichte Hypnose. Bei N ein Theelöffel voll pulverförmiger schwefelsaurer Magnesia eingegeben mit der Suggestion, es seien Schokoladekuchen.

Phase . . .	a-b	b-c	c-d	d-e	e-f	f-g
Anzahl . . .	22	3	12	21	3	20
Länge . . .	3,5	3,3	3,4	3,6	3,1	4,7

Dafs die Suggestion trotz der grofsen Dosis übelschmeckenden Stoffes realisiert ist, steht nicht zu bezweifeln. Anfangs zeigt die Kurve freilich eine geringe Pulsverkürzung, hervorgebracht durch die Arbeit, welche die Auflösung des Stoffes erfordert, darauf tritt aber anwachsende Pulsverlängerung ein; aufserdem ist die Pulshöhe durchweg gröfser als vor der Reizung. Am meisten Interesse hat jedoch die Äufserung, welche die V-P that, als ich sie nach dem Erwecken fragte, ob sie sich des Versuches erinnere. Ich erhielt nun folgende Antwort: »Ja, es schmeckte sehr gut, aber Schokoladekuchen waren es nicht, es war ein Pulver, das konnte ich an den Lippen merken.« Die Suggestion hat also den Geschmack halluziniert, während die Berührungsempfindungen noch so lebhaft waren, dafs die V-P hierdurch noch zum Teil zwischen Suggestion und Wirklichkeit zu unterscheiden vermochte. Will man einen Hypnotisierten halluzinieren, so mufs man also dafür Sorge tragen, die Suggestion in solcher Form zu geben, dafs ihr Mangel an Übereinstimmung mit der Wirklichkeit sich nicht durch die wachen Sinne kontrollieren läfst. Wird dies nur beobachtet, so wird die Suggestion gewifs realisiert werden. Es sei noch ein Beispiel gegeben:

Tab. LVIII, D. $^{15}/_{10}$ 95 abends. H. K. Leichte Hypnose; riecht bei N 1 an einer suggerierten Rose, die bei N 2 dem Hypnotiseur zurückgeliefert wird.

Am Anfang der Kurve erwähnte ich eine Rose, die ich zu besitzen vorgab; ich bat die V-P, sie zu nehmen und daran zu riechen. Die Suggestion wurde realisiert; die V-P nahm die völlig imaginäre Rose und begann bei N 1 daran zu riechen. Auf meine Frage erwiderte sie, der Geruch sei wundervoll; es war also sowohl der Tast-, als der Geruchssinn halluziniert. Ich fragte weiter: »Meinen Sie nicht auch, dafs es eine schöne Rose ist?« Hierauf antwortete sie lächelnd: »Meine Augen sind ja geschlossen.« Dies war unstreitbar; der Muskelsinn mufs also wohl so wach gewesen sein, dafs er mit der Gesichtshalluzination kollidierte und derselben widerstrebte. Bei einer späteren Gelegenheit wurde während einer tieferen Hypnose der nämliche Versuch wiederholt und gelang vollständig; in diesem Falle müssen also alle Sinne geschlafen haben mit Ausnahme des Gehörssinnes, mittels dessen die Suggestion empfangen wurde. Sehen wir nun von diesen merkwürdigen Fällen ab, die für das Verständnis des hypnotischen Zustands gröfsere Bedeutung haben als für unsere speziellen Untersuchungen, so können wir also folgendes Resultat feststellen:

Eine durch Suggestion während einer Hypnose hervorgerufene lust- oder unlustbetonte Empfindung ruft dieselben körperlichen Veränderungen hervor, welche die Empfindung begleiten, wenn diese unter normalen Verhältnissen durch einen adäquaten äufseren Sinnesreiz erzeugt wird. Die körperlichen Veränderungen treten auch dann ein, wenn zugleich ein äufserer Reiz stattfindet, der ganz andre körperliche Reaktionen bewirken würde, wenn er zum Bewufstsein käme. Oder mit andern Worten: die organischen Reaktionen sind ausschliefslich von dem augenblicklichen Bewufstseinszustand abhängig und durchaus nicht von der Reizung der Sinne.

Nach diesem Resultat kann es wohl kaum zweifelhaft sein, wie sich das Verhältnis während einer suggerierten Analgesie oder Anästhesie gestalten wird. Die Versuche bestätigen denn auch vollständig unsre berechtigten Erwartungen. Es ist hierzu jedoch zu bemerken, dafs ich mich bei Suggestionen dieser Art stets darauf beschränkte, zu sagen, dafs die V-P nicht im stande sein würde, etwas zu merken. Die Anästhesie wird deswegen allerdings weniger vollständig, als wenn man einen positiven Bewufstseinszustand suggeriert, der den schmerzhaften Reiz aufserhalb des Bewufstseins zu halten vermag. Man wird in den folgenden Kurven deshalb auch in einzelnen Fällen Andeutungen von Reaktionen gewahren, welche gewifs anzeigen, dafs die V-P etwas gemerkt hat. Dieses gibt aber, namentlich wenn während des wachen Zustandes Kontrollkurven genommen werden, bessere Überzeugung, als diejenigen Reaktionen, welche man erhalten würde, wenn man einen bestimmten Bewufstseinszustand suggerierte. Dieser würde ja notwendigerweise seine bestimmten Äufserungen hervorbringen, welche die Beobachtung der gleichzeitigen Reaktionen des Schmerzes nur erschweren würden. Als Mittel zur Hervorrufung des Schmerzes wandte ich hier, wie bei den Versuchen während der Narkose, ausschliefslich kräftige Induktionsströme an, deren Stärke stets so grofs war, dafs sie unter normalen Verhältnissen heftige Bewegungen bewirkten. Ein Beispiel hiervon zeigt:

Tab. LVIII, E. $^{3}/_{10}$ 95 abends. Ly. Normal, wach. Bei ⌐| Induktionsstrom durch den linken Arm.

Wir schreiten nun zu der Untersuchung, wie die Wirkung wird, wenn Anästhesie suggeriert ist.

Tab. LIX, A. $^{17}/_{10}$ 95 abends. Ly. Tiefe Hypnose, Suggestion, dafs überhaupt nichts bemerkt werden dürfe, weder Berührung, noch Schmerz. Bei ⌇ 1 und ⌐| 2 Induktionsstrom.

Die Suggestion wurde während des in der Kurve angezeigten Aufenthalts von 20 Sek. gegeben. Ihre unmittelbare Wirkung ist eine geringe Volumsteigung und merkbare Verminderung der Pulshöhe und der Pulslänge. Da der erste, momentane Stromstofs, bei ⌇ 1, nur eine sehr geringe Veränderung der Atmung und

des Volumens herbeiführte, wurde der Versuch bei ⌐2 mit einem länger dauernden Strom wiederholt. Die Wirkung ist denn auch etwas gröfser; die Anästhesie ist deutlich genug keine vollständige; im Vergleich mit den gewaltigen Äufserungen des Schmerzes, die der Strom unter normalen Verhältnissen erzeugt haben würde, ist die Reaktion indes doch sehr abgeschwächt. 4 Min. später wurde nach dem Erwecken der V-P ein Kontrollversuch angestellt.

Tab. LIX, B. $^{17}/_{10}$ 95 abends. Ly. Aus der Hypnose geweckt; bei ⌐ Induktionsstrom durch den linken Arm.

Dieser Kontrollversuch ist nicht eben sehr überzeugend, da die Wirkung, von der unregelmäfsigen Atmung abgesehen, kaum gröfser ist als während der Hypnose. Ich hatte aber auch ganz vergessen, die suggerierte Anästhesie aufzuheben. Dies geschah dann und wann, und in allen diesen Fällen zeigten die Kontrollversuche, sogar lange nachdem die Suggestion gegeben war, ein erkennbares Fortdauern des anästhetischen Zustands. Sorgt man aber dafür, die Anästhesie aufzuheben, so wird der Unterschied sehr hervortretend; z. B. in den folgenden Versuchen:

Tab. LIX, C—E u. LX, A u. B. $^{29}/_{10}$ 95 abends. H. K. Suggerierte Anästhesie und Analgesie während der Hypnose; Kontrollversuch in wachem Zustande.

Die Hypnose war tief. Bevor die Kurve C genommen wurde, hatte ich schon angefangen, der V-P zu suggerieren, sie würde nichts merken, weder die Berührung der Elektrode, noch den durch den Strom verursachten Schmerz. Während dieser Erklärung begann die Aufzeichnung. Bei ⌐ fand der Reiz statt; die Stärke des Stromes, durch die Entfernung der Nebenspule angegeben, war 6 cm. Die Wirkung ist offenbar eine äufserst geringe. Die Suggestion wurde nun wiederholt, indem ich zugleich die bewegliche Nebenspule des Apparats 1 cm weiter über die Hauptspule schob, so dafs der Strom also verstärkt wurde. D ist die unmittelbare Fortsetzung von C. Bei ⌐ wurde der Strom durch den Arm geleitet; die Atmung zeigt nicht die geringste Störung, die Volumkurve dagegen eine Veränderung, die unter normalen Verhältnissen eine geringe, unwillkürliche Lenkung der Aufmerksamkeit andeuten würde.

Hierauf wurde eine neue Suggestion gegeben, indem die V-P den Befehl erhielt, die Berührung der Elektrode merken zu können, fortwährend ohne im stande zu sein, den Schmerz zu fühlen. Zum Beweis, dafs sie die Berührung merkte, sollte sie in dem Augenblick, da die Elektrode appliziert würde, »Nun« rufen (die Augen waren völlig geschlossen). Der Versuch ist in der Kurve E gezeigt; er wurde zweimal angestellt, bei ⌐|1 mit dem schwächeren, bei ⌐|2 mit dem stärkeren Strom (5 cm). Beidemal wurde das »Nun« im rechten Augenblick gerufen. Die Kurve zeigt fortwährend keine Spur von Äufserungen des Schmerzes, nur, wie zu erwarten stand, Anzeichen, dafs eine schwache Empfindung zum Bewufstsein gekommen ist. Die beiden folgenden Kurven, A u. B der Tab. LX, wurden ungefähr eine halbe Stunde später genommen, nachdem die Hypnose längst aufgehört hatte. Bei ⌐|1 wurde die Wirkung des schwächeren (6 cm), bei ⌐|2 die des stärkeren (5 cm) Stroms versucht. Im Vergleich mit den bedeutenden Störungen sowohl der Atmung, als des Volumens, welche diese Kurven zeigen, mufs die Wirkung während der suggerierten Anästhesie und Analgesie jedenfalls eine stark verminderte genannt werden.

Aus den genannten Versuchen mit suggerierter Analgesie läfst sich nicht schliefsen, dafs der Schmerz etwas von der Berührungsempfindung Verschiedenes sei. Denn die Einwirkung geschah in der Weise, dafs der Strom in dem Moment, da die Elektrode die Haut berührte, geschlossen war. Die Berührung und der elektrische Reiz treffen also in demselben Augenblick ein. Hieraus folgt, dafs die bestehende Analgesie sich auf zweifache Weise erklären läfst. Nimmt man an, dafs der Schmerz ein von den Berührungsempfindungen Verschiedenes ist, so kann man sich denken, dafs die Suggestion wirklich die Empfänglichkeit für Schmerz aufgehoben hätte, während die Berührungssinne noch in Funktion wären. Nimmt man dagegen an, der Schmerz bestehe nur in starken, unlustbetonten Berührungsempfindungen, so liefse sich denken, die Suggestion habe nur die Wirkung gehabt, dafs die Reizschwelle der Hautsinne gesteigert sei, so dafs der starke elektrische Reiz nur eine schwache Empfindung, aber keinen

Schmerz hervorriefe. Welcher der beiden Erklärungen man nun auch beistimmt, so mufs die V-P sich in den besprochenen Versuchen auf die nämliche Weise verhalten, nämlich die Berührung merken, ohne Schmerz zu fühlen. Diese Versuche können folglich nicht zur Entscheidung darüber dienen, welche der beiden Erklärungen die rechte ist.

Nun ist es allerdings nach v. Freys Untersuchungen[1] im höchsten Grade wahrscheinlich, dafs die Schmerzempfindungen von den Druck-, Wärme- und Kälteempfindungen qualitativ verschieden sind, und dafs die erstere der beiden angeführten Erklärungen eine überwältigende Wahrscheinlichkeit für sich hat. Nichtsdestoweniger würde es interessant sein, wenn man die Richtigkeit der Erklärung durch Versuche an analgetischen Individuen bestätigt finden könnte. Es scheint mir, dafs dieses auf folgende Weise thunlich wäre. Bringt man die Elektrode an der Haut an, ohne jedoch den Strom zu schliefsen, bevor die V-P angibt, die Berührung gemerkt zu haben, so kann die Reizschwelle der Berührungsempfindungen nicht in auffälligem Mafse gesteigert sein. Und wird nun in demselben Moment, da die V-P die schwache Berührung merkt, der Strom eingeleitet, so mufs, wenn die Reaktionen des Schmerzes unterbleiben, der Schmerz offenbar etwas von den Berührungsempfindungen Verschiedenes sein. Denn es ist wohl fast für undenkbar zu halten, dafs in dem einen Augenblick völlige Empfänglichkeit für schwache Berührung, aber unmittelbar darauf Unempfänglichkeit für starke Reize derselben Sinne herrschen sollte. Nach diesem Schema stellte ich einen einzelnen Versuch an, der mir anfänglich entscheidend vorkam, bei genauerer Betrachtung der Kurve sich jedoch als nicht ganz unzweideutig erwies. Er ist wiedergegeben:

Tab. LX, C. $^{15}/_{10}$ 95 abends. H. K. Suggerierte Analgesie während der Hypnose; bei ⌈⌉ schwache Berührung, die gemerkt wurde; gleich darauf wurde der Induktionsstrom eingeleitet.

Ungefähr bei b begann ich die Analgesie zu suggerieren mit dem Befehl, die Berührung anzugeben. Die

[1] Untersuchungen über die Sinnesfunktionen der menschlichen Haut. Leipzig 1896.

Pinselelektrode, die ich in der Hand hielt, war so eingerichtet, dafs der Strom unterbrochen wurde, solange man einen Knopf am Griffe niederdrückte. Bei ⌐ brachte ich die Elektrode an dem Arme der V-P an; ungefähr 3 Pulsschläge nachdem die Berührung angefangen hatte. sagte sie »Nun!« In demselben Augenblick hielt ich mit dem Niederdrücken des Knopfes auf, so dafs der Strom also geschlossen wurde; die Dauer des ganzen Versuchs ist durch die Ausdehnung des Zeichens angegeben. Die Kurve zeigt allerdings nur eine sehr geringe Volumsenkung, aber sowohl die Pulshöhe, als die Pulslänge ist bedeutend vermindert. Hier ist also eine unzweifelhafte Reaktion des Schmerzes; im Verhältnis zur Stärke des Stroms ist sie indes sehr gering. Da es sich nun zeigte, dafs die V-P für schwache Berührung empfänglich war, während die Empfänglichkeit für Schmerz jedenfalls stark abgeschwächt war, spricht der Versuch am meisten dafür, dafs der Schmerz etwas von den eigentlichen Berührungsempfindungen Verschiedenes ist, und dafs überdies die physiologischen Zentra dieser Zustände so weit voneinander getrennt liegen, dafs das eine aufser Funktion gesetzt sein kann. während das andere noch leistungsfähig ist.

Wir sahen oben, dafs eine Suggestion der Anästhesie Verminderung des Volumens, der Pulshöhe und der Pulslänge hervorbrachte. Im Versuche Tab. LX, C hat die Analgesie wenigstens die beiden letztgenannten Veränderungen zur Folge; die Pulslänge ist in der Phase a-b 3,9, in der Phase b-c 3,7. Hierzu ist doch zu bemerken, dafs ich gewöhnlich nur Anästhesie und Analgesie des freien, linken Arms suggerierte, an welchem die Versuche angestellt werden sollten. Es läfst sich folglich nicht entscheiden, ob die vom Plethysmogramm angezeigten Veränderungen nur sekundäre Wirkungen der Veränderungen des linken Arms, oder ob sie gleicher Art wie diese sind, so dafs die Wirkung also eine bilaterale wäre. Um dies zu untersuchen, stellte ich ein einzelnes Experiment an:

Tab. LX, D. $^{12}/_{11}$ 95 abends. H. K. Hypnose; Suggestion der Anästhesie beider Arme, angefangen bei N.

Die Suggestion bewirkt offenbar sowohl Volumsenkung, als Pulsverkürzung und Pulsverminderung.

Ungefähr am Schlusse der Kurve wurde die Anästhesie wieder aufgehoben, ohne dafs ein Eingriff geschehen wäre: hier steigt das Volumen wieder mit hohen und langsameren Pulsen. — Wir können die Resultate der besprochenen Versuche also in folgenden Satz zusammenfassen:

Die während der Hypnose suggerierte Anästhesie (und Analgesie) bewirkt eine geringe Verminderung des Armvolumens, der Pulshöhe und der Pulslänge. Solange der Zustand fortdauert, werden selbst starke, schmerzhafte Reize fast gar nicht oder nur in geringer Ausdehnung körperliche Reaktion herbeiführen. Während der Analgesie können schwache, nicht schmerzhafte Berührungen empfunden werden; starke, schmerzliche Reize aber führen nur Andeutungen von Reaktionen des Schmerzes herbei; die Schmerzempfindung ist wahrscheinlich also von der Druck-, Wärme- und Kälteempfindung qualitativ verschieden.

Ziemlich oft habe ich versucht, Wärme oder Kälte des im Plethysmographen eingeschlossenen Arms zu suggerieren, um zu erfahren, ob sich hierdurch entschieden vasomotorische Wirkungen erzielen liefsen. Da die Versuche die V-P augenscheinlich anstrengten, wurde die Suggestion selten lange fortgesetzt, und die Wirkung war deshalb im allgemeinen nur eine geringe. Einer der besten ist wiedergegeben:

Tab. LX, E. $^{15}/_{10}$ 95 abends. H. K. Hypnose, bei ℕ 1 Hitze im rechten Arm suggeriert; bei ℕ 2 dies wiederholt mit dem Befehl, stärker zu empfinden; bei ℕ 3 wurde die Empfindung fortsuggeriert.

ℕ 1 wurde dort angebracht, wo das Wort »Hitze« kam; die Suggestion fing also in der That ein wenig vorher an. Die Wiederholung bei ℕ 2 bewirkt offenbar eine Volumsteigung, welche verschwindet, sobald der Befehl zum Aufhalten gegeben wird.

Dafs in einem Hypnotisierten Vorstellungen entstehen können, welche nicht von dem Hypnotiseur eingegeben sind, ist eine bekannte Sache; bei einer einzelnen Gelegenheit sah ich ein sehr überzeugendes

Beispiel hiervon. Dieses ist in den folgenden Kurvenreihen wiedergegeben:

Tab. LXI, A—C. $^{22}/_{10}$ 95 abends. H. K. Hypnose mit spontan entstehender deprimierter Stimmung; verschiedene Versuche während derselben.

Die V-P war einige Zeit hindurch sich selbst überlassen worden, weil es notwendig war, zu den folgenden Versuchen einige Vorbereitungen zu treffen. Als alles bereit war, warf ich einen Blick auf den Kymographen und sah hier alle Anzeichen einer deprimierten Stimmung. Diese konnte nicht die Wirkung einer Suggestion sein, sie mufste also spontan entstanden sein, und ich dachte mir daher die Möglichkeit, dafs sie von selbst verschwinden würde, wenn wir nur in den Versuchen weiter gingen. Ich suggerierte deshalb ganz ruhig Analgesie und untersuchte den Zustand mittels des elektrischen Stroms. ⌐1 und ⌐2 der Kurve A zeigen diese Versuche. Während der folgenden Minute, deren Aufzeichnungen nicht mitgenommen sind, kam indes keine Andeutung, dafs die Depression aufhören würde. Hierauf wurde die Kurve B genommen. Hier suggerierte ich Anästhesie und untersuchte den Zustand bei ⌐ mittels des elektrischen Stroms. Während der nächsten, ebenfalls weggelassenen Minute wurde noch ferner ein Versuch angestellt, der ebensowenig auf die vorhandene Stimmung Einflufs übte. Es war daher nichts andres zu thun, als die Versuche abzubrechen; ich hätte durch eine Suggestion freilich wohl die Depression verschwinden machen können, da ich aber nicht wissen konnte, worum es sich handelte, hielt ich diesen Ausweg für nicht ratsam. Es wurde also Erwachen suggeriert und besonders nachdrücklich befohlen, die V-P dürfe beim Erwachen durchaus keine unangenehmen Folgen der Versuche spüren. Die Kurve C fängt am Schlusse dieser Weisung an; bei ⌒ kam der Befehl: »Aufwachen!« Die Kurve zeigt, dafs die körperliche Äufserung der Gemütsbewegung keineswegs gleich beim Erwachen verschwindet, obschon inbetreff der Depression und deren Ursachen völlige Amnesie vorlag. Die V-P war nicht im stande, sich irgendwie zu entsinnen, dafs ihre Gemütsstimmung eine weniger angenehme gewesen sei, obwohl sie beim Anblick der Kurven zugeben mufste,

dies sei zweifelsohne der Fall gewesen. Im Laufe der zwei folgenden Minuten, während wir von der Geschichte sprachen, verschwand der Zustand — oder vielmehr dessen körperliche Nachwirkungen — doch immer mehr; das Ende von C zeigt nach Verlauf der genannten Zeit den völlig normalen Zustand.

Während der folgenden Hypnose, 8 Tage später, fragte ich die V-P, was das vorige Mal die Ursache ihrer deprimierten Stimmung gewesen sei. Ohne sich zu bedenken, antwortete sie, es sei ihr plötzlich beigefallen, sie habe eine schwierige, schriftliche Ausarbeitung für einen der Professoren, die sie nicht fertig zu bringen vermöchte; dieser Gedanke sei ihr höchst unangenehm gewesen. Nachdem sie erweckt worden war, erhielt ich die Bestätigung, dafs ihr wirklich eine solche schriftliche Arbeit aufgegeben sei; ob die Erklärung übrigens richtig ist, kann ich natürlich nicht verbürgen, ich habe anderseits aber gar keinen Grund, ihre Richtigkeit zu bezweifeln.

Ziemlich oft rief ich in den hypnotisierten Versuchspersonen mehr komplizierte Gemütsbewegungen hervor, was durch geeignete Suggestionen bekanntlich leicht ausführbar ist. Das Verfahren war in allen Fällen dieses, dafs ich der hypnotisierten V-P eine bestimmte Situation beschrieb, in welcher sie sich befinden sollte. Diese Schilderung war vorher aufgeschrieben mit Bezeichnung der für die Stimmung entscheidenden Stichwörter. Jedesmal, wenn eins dieser Wörter genannt wurde, bezeichnete ich dies auf dem Cylinder und machte eine kleine Pause, damit die Situation Zeit erhielte, sich in der V-P zu entwickeln. Sobald die Kurve eine deutliche Reaktion zeigte, ging ich weiter. Unter diesen verschiedenen, durchweg sehr interessanten Versuchen gebe ich hier zur Beleuchtung der Sache einen einzelnen wieder. Derselbe wird genügen, um zu zeigen, wie deutlich solche suggerierten Affekte hervortreten; ich hege deshalb keinen Zweifel, dafs man Hypnotisierte mit entschiedenem Erfolg zum Studium der Affektäufserungen wird gebrauchen können, wenn man von normalen Individuen keine unzweideutigen Resultate zu erreichen vermag. Der Versuch ist wiedergegeben:

Tab. LXI, D u. E u. LXII, A u. B. $^{5}/_{11}$ 95 abends. H. K. Hypnose. Die Kurve E ist die unmittelbare Fortsetzung von D; zwischen E und A sind 5 Sek. verflossen, B ist die unmittelbare Fortsetzung von A. Folgende Suggestion wurde gegeben: »Sie sind ein kleines Mädchen, du bist 7 Jahre alt. ℕ 1 Du sitzest im Garten und spielst mit einer Puppe, einer wunderschönen, grofsen Puppe, die du soeben erhalten hast. Es ist eine prachtvolle Puppe mit einem roten Kleid; die Puppe kann die Augen öffnen und schliefsen. Es ist schönes Sommerwetter, die Sonne scheint, die Vögel singen, du bist äufserst vergnügt ℕ 2 über das schöne Wetter und die neue Puppe, die dich sehr erfreut, wenn sie die Augen schliefst . . . . Nun kommt ein grofser Hund ℕ 3, der gerade auf dich los geht ℕ 4. Er sieht sehr friedlich aus, und du fühlst daher keine Furcht vor ihm, sondern hältst ihm die Puppe vor, damit er sie sehen soll. Aber der Hund schnappt dir die Puppe weg ℕ 5 und läuft damit fort. Du wirst hierüber sehr betrübt; deine schöne neue Puppe ist weg. Du weinst und rufst dem bösen Hunde nach, dafs er dir die Puppe zurückbringen soll. Er kommt aber nicht . . . . Da kommt ein Knabe und gibt dir die Puppe ℕ 6, die er dem Hund abgenommen hat. Die Puppe hat gar keinen Schaden gelitten. Du wirst wieder vergnügt. ℕ 7 . . . .«

Diese Kurven kommen mir in hohem Grade ausdrucksvoll vor, indem es sich erweist, dafs das Volumen sich mit dem Wechsel der Situation und dem hierdurch bedingten Umschlag des Gefühls plötzlich verändert. Da wir im Vorhergehenden dergleichen komplizierte Gemütsbewegungen nicht an normalen Individuen untersucht haben, läfst es sich natürlich nicht mit völliger Sicherheit entscheiden, ob die suggerierten Affekte hypnotisierter Personen sich ganz auf dieselbe Weise äufsern. Es zeigt sich indes, dafs die beiden Grundstimmungen, die Freude und der Kummer, in diesen Kurven mit dem übereinstimmen, was wir für primitive Lust- und Unlustzustände normaler Menschen fanden. Es dürfte deswegen wohl kaum unberechtigt sein, zu behaupten:

Während der Hypnose werden Affekte und Stimmungen, sie mögen entweder spontan

entstehen oder durch Suggestion direkt hervorgerufen werden, sich auf ähnliche Weise äufsern, wie bei normalen Individuen.

REPRODUZIERTE AFFEKTE.

Die Schwierigkeit, die stets damit verbunden ist, nur um eines Experiments willen einen normalen, ruhigen Menschen in eine bestimmte Gemütsbewegung zu bringen, hat Mentz dadurch zu vermeiden gesucht, dafs er seine Versuchspersonen einen solchen Zustand willkürlich reproduzieren liefs, indem sie sich in der Erinnerung in eine bestimmte Situation zurückversetzten, während deren sie in Affekt gewesen waren[1]. Dafs diese subjektive Methode wertvolle Resultate zu geben vermag, wage ich nicht zu bestreiten, sie erfordert aber doch gewifs eine besondere Natur der betreffenden V-P, eine gewisse Neigung, in Gemütsbewegung zu geraten. Allerdings kann jeder Mensch bei auftauchender Erinnerung an eine bestimmte Situation das Gefühl wieder erleben, das die Begebenheit auf natürliche Weise erregte. Es gibt aber doch einen nicht geringen Unterschied zwischen einer gelegentlich, gleichsam zufällig auftauchenden Erinnerung und einem willkürlich hervorgezauberten Bilde. Vielen Menschen, die nicht so leicht in Affekt geraten, wird die Anstrengung während einer solchen willkürlichen Reproduktion so grofs werden, dafs nur das Gefühl der Anstrengung, nicht aber der gewünschte Affekt das Bewufstsein beherrscht. Wo dies der Fall ist, wird gewifs nur die willkürliche Aufmerksamkeit, nicht aber die mit Anstrengung reproduzierte Gemütsbewegung in den Kurven zur Äufserung kommen; etwas andres ist jedenfalls nach allem im Vorhergehenden Gefundenen nicht zu erwarten. Die Richtigkeit hiervon habe ich denn auch häufig bestätigt gefunden. Sehr oft habe ich es versucht, meine Versuchspersonen Affekte willkürlich reproduzieren zu lassen, selten erblickte ich aber eine andre Wirkung,

[1] Mentz: Die Wirkung akustischer Sinnesreize. S. 384 u. f.

als einen geschwinderen Puls, der unstreitig eine Äufserung des Affekts sein kann, sich aber ebensowohl als Anzeichen der Anstrengung erklären läfst. Ich werde mich deswegen nicht auf diese Versuche einlassen, die wohl als mifslungen zu betrachten sind.

Nur eine einzelne, unter besonderen Verhältnissen angestellte Reihe von Versuchen verdient nähere Besprechung. Eine meiner Versuchspersonen, die sich neben ihrer Stellung als Schauspieler am kgl. Theater mit der Psychologie beschäftigte, wünschte sehr angelegentlich eine experimentelle Untersuchung des bekannten Diderotschen Paradoxons[1] angestellt zu sehen. Es schien ihm, wie wohl den meisten, höchst unwahrscheinlich, dafs ein Schauspieler wirklich kalt und von den Gefühlen, die er darzustellen sucht, unberührt dastehen sollte; nicht einmal die Autorität eines Coquelin vermag ein solches Resultat festzustellen, das alle psychologische Wahrscheinlichkeit wider sich hat. Es wurde also beschlossen, die Sache einer experimentellen Untersuchung zu unterwerfen, und folgendes Verfahren wurde hierbei angewandt. Die betreffende V-P wählte in verschiedenen Dichterwerken einzelne Strophen aus, welche ganz bestimmte Stimmungen oder einen Umschlag der Stimmung: wehmütige und jauchzende Freude, Erbitterung, Täuschung u. s. w., ausdrückten. Diese Strophen lernte sie auswendig; die Anfangszeile wurde auf ein Stück Papier notiert mit Hinzufügung derjenigen Stimmung, welche in der Strophe Ausdruck erhielt. Dieses Papier bekam ich. Das Verfahren war nun einfach dies, dafs die V-P in den Apparaten angebracht wurde und darauf in Gedanken, ohne lautbare Worte und ohne Mimik, diejenige Strophe recitierte, welche ich unter den aufgegebenen wählte. Hierdurch war offenbar jede Möglichkeit einer vorhergehenden Einstellung auf ein bestimmtes Gefühl ausgeschlossen.

Mit Bezug auf die Folgerungen, die sich aus dem Experimente ziehen lassen, mufs ich jedoch vorher einige Bemerkungen machen. Erstens lassen sich aus einer einzelnen Versuchsreihe an einem einzelnen bestimmten

[1] Vgl. Binet: Le paradoxe de Diderot. L'année psychologique III. Paris 1897. S. 279 u. f.

Schauspieler wohl keine gemeingültigen Schlüsse ziehen. Ein Blick auf Tab. LXII, C u. D, LXIII und LXIV, wo die Versuche wiedergegeben sind, wird zeigen, dafs die erregten Gefühle aufserordentlich starken Ausschlag gegeben haben. Es ist also sicher, dafs sich auf dem hier befolgten Wege starke Gefühle reproduzieren lassen, und ich halte es denn auch für höchst wahrscheinlich, dafs Schauspieler im allgemeinen von denjenigen Gefühlen beseelt sein werden, welche sie darzustellen suchen. Ausnahmen schliefst dies natürlich nicht aus, namentlich in solchen Fällen nicht, wo eine Rolle so häufig gespielt worden ist, dafs Mimik, Gesten u. s. w., weil sie eingeübt sind, sich fast automatisch wiedergeben lassen. Ebenso wie ein routinierter Taschenspieler thatsächlich die verwickeltsten Kunststückchen auszuführen vermag, während er an ganz andre Dinge denkt, ebenso mag wohl auch der Schauspieler es erreichen, dafs er von dem, was er darstellt, unberührt dasteht. Ein andres ist die Frage, ob er dann auch wirklich gute Kunst leistet.

Zweitens findet sich bei den hier vorliegenden Versuchen ein kleiner Umstand, dessen Bedeutung für den Augenblick kaum richtig geschätzt werden kann. Es ist zu bedenken, dafs die V-P in den Apparaten ganz ruhig sitzen mufste, ohne ihre Gefühle durch Mimik oder Pantomimen auszudrücken. Welchen Einflufs eine derartige Hemmung natürlicher Bewegungstendenzen hat, das wissen wir nicht. Möglich ist es freilich, dafs die organischen Veränderungen dadurch verstärkt wurden, weil jedes Gefühl »Luft haben« mufs und folglich, wenn die Bewegungen der willkürlichen Muskeln gehemmt werden, auf die organischen Funktionen kräftiger einwirken kann. Eine ausgemachte Sache ist dies natürlich aber nicht. Sicher ist es indes, dafs keine Hemmung bestimmter willkürlicher Bewegungen im stande sein wird, diejenigen Gefühle zu erzeugen, deren normale Äufserungen die Bewegungen sind. Sehen wir also bestimmte organische Veränderungen zum Vorschein kommen, so mufs, wie wir wissen, das Gefühl auch wirklich vorhanden gewesen sein, und die erzwungene Hemmung der äufseren Bewegungen kann dann höchstens als Ursache einer Störung gewirkt haben. Mit

andern Worten: die vorliegenden Kurven beweisen, dafs die V-P von gewissen Gefühlen beherrscht gewesen ist, ohne dafs es sich übrigens entscheiden läfst, ob die besonders kräftigen Äufserungen dieser Gefühle trotz oder zum Teil wegen der Hemmung der willkürlichen Bewegungen zu stande gekommen sind.

Schliefslich sei noch bemerkt, dafs das Interesse der V-P für diese Versuche die Folge hatte, sie in hohem Grade »nervös« zu machen, bevor wir anfingen. Die Aufnahme einer Normalkurve war sehr schwierig; das Volumen schwankte fortwährend auf und ab. Aus diesem Grunde wartete ich lange mit dem Anfang der Versuche, was das Übel natürlich nur verschlimmerte; ich sah mich deshalb genötigt, anzufangen, bevor vollständige Ruhe eingetreten war. Im Anfang der Tab. LXII, C ist diese Unruhe noch zu sehen. Hier finden sich mitten in ein paar Pulsschlägen einige jähe Senkungen. In den folgenden Kurven treffen wir solche dann und wann wieder an: diese rühren davon her, dafs das Volumen so stark steigt, dafs das Müllersche Ventil funktioniert und eine Luftblase entweichen läfst; hierdurch wird das Volumen plötzlich zum Sinken gebracht. Solange dergleichen Senkungen in einer Kurve vorkommen, findet also thatsächlich ein fortgesetztes Steigen des Volumens statt. — Ich schreite nun zur Beschreibung der einzelnen Versuche, woran ich keine andren Kommentare knüpfen werde als diejenigen, welche die V-P selbst mit Bezug auf die Stimmung und auf das Tempo der Recitation gab.

Tab. LXII, C u. D. $^{15}/_{12}$ 96 nachm. J. N. Bei N beginnt die 5. Strophe aus Plougs »Ich glaub' an dich«, die bis zum Schlusse von D. der unmittelbaren Fortsetzung von C, dauerte; die Stimmung ist ruhige Freude.

Ich glaub' an dich, wenn unsrer Lippen Küssen
Beschliefst der trunknen Seelen Ehebund;
Wenn deine Augen unter Thränen süfsen
Verkünden laut, was nie dein Mund that kund.
Wenn deine Träume dir zur Wahrheit werden,
Wenn du umfahest, was dir lieb mag sein,
Wenn doppelt reich und schön dir deucht's auf Erden,
Und doppelt leicht des Lebens Müh' und Pein.

Pause, während welcher die für den Ernst der nächsten Strophe geeignete Stimmung sich emporarbeitet.

Ich glaub' an dich, wenn mir des Todes Stimme . . . .

Tab. LXIII, A u. B. $^{15}/_{12}$ 96 nachm. J. N. Bei ℕ 1 beginnt untenstehende Strophe aus J. P. Jakobsens »Gurreliedern«, abgeschlossen bei ℕ 2. Erbitterung.

Weifst, o Herr, du, was du thatest,
Als du nahmst mir Tove fort?
Weifst du, dafs du mich verjagtest
Aus dem letzten Zufluchtsort?
Herr! errötest du nicht vor Scham —
Sie war des Armen einziges Lamm.

Herr, o Herr! die Engelscharen
Füllen dir das Ohr mit Preis,
Keinen Freund hast du, der tadelt,
Wenn er Tadel an dir weifs.
Niemand, o Herr! ist immer klar,
Lafs, o Herr! mich sein dein Narr.

Nach der nächstletzten Zeile der ersten Strophe wird das beschleunigte Tempo durch eine Pause unterbrochen, worauf die letzte Zeile in einem etwas langsameren Tempo folgt, das nach dem Schlusse der Strophe fast unmittelbar in die stürmische Eile der Erbitterung der nächsten Strophe übergeht.

Tab. LXIII, C u. LXIV, A. $^{15}/_{12}$ 96 nachm. J. N. Bei ℕ 1 beginnt die 5. Strophe des Gedichtes »Senk' dich in meine Brust« aus Blaumüllers »Saul«, die bei ℕ 2 aufhört. LXIV, A ist die unmittelbare Fortsetzung von LXIII, C. Dumpfe Resignation.

Schlaf' nun, mein Herz,
Im Busen du liegst mir so wund;
Trugest du Schmerz,
Der nie einem andern ward kund.
Vergifs deine Pein,
Frieden hat ruhend' Gebein —
Nur das Leben ist Leides Grund.
Also Sterben, Saul, immer Sterben.

Nach der drittletzten Zeile eine kurze Pause, die einen im Folgenden verhallenden Seufzer einleitet.

Tab. LXIV, B u. C. $^{15}/_{12}$ 96 nachm. J. N. Bei ℕ 1 beginnt Bergsöes »Die Birke«, die bis Ende von C andauert. Bei ℕ 2 wurde der Versuch durch eine Dreh-

orgel gestört, die zu spielen anfing. Die Stimmung ist jauchzende Freude bis — —, wo sie plötzlich in Täuschung umschlägt.

Unterm Birkenbaum
Sah ich dich im Traum —
Zart und schlank wie einer Birke Ast —
Locken weich und lang
Streiften mir die Wang',
Um den Leib hielt dich mein Arm umfafst.
Mondes Lichterguſs
Schwand, und einen Kuſs
Raubt' ich eilig dir im dunklen Hain.
Jedes Birkenreis
Bebt' im Nachtwind leis — —
Beim Erwachen sah ich mich allein — —
Glaubst du nicht mit mir,
Dafs bei Nachte wir
Den entschwundnen Traum wohl fänden balde?
Mit des Abends Hauch
Kommt der Mondschein auch,
Und — der Birken gibt's genug im Walde.

Die Zeile zwischen — — hat ein langsameres Tempo, dem Wechsel der Stimmung aus Freude in Täuschung entsprechend.

Ich werde mich hier nicht näher auf eine Untersuchung der komplizierten Gemütsbewegungen einlassen, die sich in den wiedergegebenen Kurven äufsern; eine solche Untersuchung wird nur dann ein Resultat ergeben können, wenn ein bedeutend gröfseres Material vorliegt, als das mir zur Verfügung stehende. Den Beweis zu führen, dafs es wirklich verschiedenartige Gefühle sind, die in den vorliegenden Kurven zum Ausdruck kommen, dürfte wohl kaum notwendig sein. Es genügt gewifs ein einziger Blick, um zu zeigen, dafs die Kurven ebenso verschiedenartig sind wie die in den benutzten Strophen ausgedrückten Gefühle. Ein redender Beweis läfst sich indes mit Hilfe der letzten Kurve, LXIV, B u. C, führen, wo ein plötzlicher Umschlag der Stimmung eintritt. An welchem Punkte der Kurve dies geschieht, das wissen wir nicht, er läfst sich aber mit grofser Annäherung bestimmen. Wäre das Gedicht in völlig gleichförmigem Tempo recitiert worden, so würde jede Silbe gleich lange Zeit erfordern. Das Gedicht enthält 116 Silben, der Wechsel der Stimmung

findet nach den ersten 67 Silben statt. Wird also die ganze verbrauchte Zeit in zwei Teile geteilt, die sich ungefähr wie 7 zu 5 verhalten, so mufs man ziemlich zu dem Punkte der Kurve kommen, der dem betreffenden subjektiven Moment entspricht. Dieser Punkt findet sich im Anfang des vierten Atemzugs in der Kurve C. Gerade hier beginnt auch eine starke Verminderung der Pulshöhe und eine neue, plötzliche Senkung des Volumens, welches unmittelbar vorher das starke Steigen nebst den hohen Pulsen der jauchzenden Freude gezeigt hat.

Es kann hiernach wohl keinem Zweifel unterworfen sein, dafs man mit Hilfe von Schauspielern oder von andern Personen, die sich leicht in Stimmung zu setzen vermögen, im stande sein wird, im Labyrinthe der Gemütsbewegungen verhältnismäfsig sicher vorzuschreiten.

PRAKTISCHE UND THEORETISCHE KONSEQUENZEN DER VERSUCHE.

Werfen wir nun, nachdem wir alle vorliegenden Versuche durchgegangen haben, den Blick zurück, so fällt wohl vor allen Dingen die wichtige praktische Bedeutung der ganzen Arbeit in die Augen: dafs es möglich ist, aus der Volumkurve den Bewufstseinszustand der V-P zu diagnostizieren. Wir sahen, wie der normale Schlaf, der wache Zustand und die Hypnose sich voneinander unterscheiden; wir fanden die körperlichen Reaktionen der verschiedenen Aufmerksamkeitszustände, der primitiven Lust- und Unlustgefühle und einzelner häufig vorkommender Gemütsbewegungen. Und nicht nur wiesen wir die körperlichen Äufserungen jedes dieser Zustände für sich nach, sondern auch, wie sie sich bei ihrem gleichzeitigen Auftreten im Bewufstsein äufsern. So wie dies alles sich mir während der Versuche gestaltete, ist es mir selbst nach und nach von grofsem Nutzen geworden. Jeder, der sich je mit dergleichen Experimenten abgegeben hat, wird leicht verstehen, von welcher Bedeutung es ist, dafs man nach

der aufgenommenen Normalkurve, ohne dafs ein Wort geredet wäre, beurteilen kann, ob die betreffende V-P sich in normalem Gleichgewicht des Gemüts befindet und zum Gegenstand der beabsichtigten Versuche eignet. Ich bezweifle deshalb auch gar nicht, dafs meine Arbeit, selbst wenn sie keine andre Bedeutung erhalten sollte, denjenigen Forschern, welche künftig unsre Kenntnis von den körperlichen Äufserungen der mehr zusammengesetzten Gemütszustände zu erweitern suchen, in diagnostischer Beziehung eine wertvolle Stütze darbieten wird.

Liegt nun eigentlich etwas Sonderbares darin, dafs man auf diese Weise aus einer einzelnen Volumkurve auf den vorhandenen Gemütszustand zu schliefsen vermag? Meines Erachtens nicht. Im täglichen Leben können wir ja alle an den Gesichtern unsrer Umgebungen nicht allein die dauerhafte Stimmung, sondern auch sogar das flüchtige Gefühl, das sie nur augenblicklich beherrscht, ablesen. Deshalb scheint es mir auch höchst natürlich, dafs die Volumkurve, die gleichsam ein Resümee der Veränderungen der wichtigsten vegetativen Funktionen gibt, noch weit mehr ausdrucksvoll ist und uns mit viel gröfserer Sicherheit Schlüsse über den seelischen Zustand zu ziehen erlaubt. Wundts entschiedene Äufserung: »dafs man zwar, wenn ein bestimmtes Gefühl in der psychologischen Beobachtung gegeben ist, aus den vorhandenen Symptomen auf bestimmte Innervationswirkungen, dafs man aber niemals umgekehrt aus den physiologischen Symptomen auf das Vorhandensein bestimmter Gefühle schliefsen kann«[1], scheint mir deswegen ein wenig übereilt. Wahrscheinlich hat Wundt sich hier zunächst auf die von Mentz aufgenommenen Sphygmogramme gestützt; unter allen Kurven ist aber das Sphygmogramm, das nur die Geschwindigkeit des Herzschlages zeigt, sicherlich eine der am wenigsten ausdrucksvollen. Man braucht nur die in den hier vorliegenden Tafeln wiedergegebenen Sphygmogramme durchzugehen, um zu sehen, wie wenig sie eigentlich sogar bei den gröfsten und bedeutendsten Variationen des Plethysmogramms anzeigen. Es ist des-

[1] Grundrifs der Psychologie. Leipzig 1896. S. 103.

halb recht natürlich, dafs Wundt mit einem solchen Materiale vor Augen den citierten Satz schreiben konnte. Diese Behauptung wird allerdings von Shields gestützt, der selbst Versuche angestellt hat, und der, trotzdem ihm zahlreiche Plethysmogramme zu Gebote standen, dennoch in den körperlichen Reaktionen der einzelnen Zustände keine gesetzmäfsige Verschiedenheit zu finden vermochte. Der Grund hiervon wurde schon früher besprochen, und überdies — weil diese Verschiedenheit wegen oberflächlichen Arbeitens oder unzweckmäfsiger Apparate nicht nachgewiesen wurde — ist darum doch nicht dargelegt, dafs sie nicht existiert. Wer unter erforderlicher Berücksichtigung meiner kritischen Bemerkungen das Werk wieder aufnimmt, der wird gewifs einst die Richtigkeit meiner Beobachtungen bestätigen.

Kehren wir uns nun den mehr theoretischen Konsequenzen zu, die sich aus den vorliegenden Tafeln herleiten lassen, so leisten diese wohl besonders einen Beitrag zur Theorie der Gefühle. Es liegt selbstverständlich ganz aufserhalb des Planes meines Werkes, eine erschöpfende Darstellung der augenblicklichen Lage dieses verwickelten Problems zu geben. In den allerjüngsten Jahren sind eine solche Menge gröfserer und kleinerer Werke über die Gefühle erschienen, dafs derjenige, welcher es dereinst unternehmen wird, das Wertvolle und Haltbare unter der grofsen Masse streitiger Anschauungen zusammenzustellen, eine keineswegs ergötzliche Aufgabe erhält. Aufser den bereits genannten rein experimentalen Werken liegen erstens die gröfseren Werke über das Gefühlsleben von Ziegler[1], Sergi[2], Marshall[3], Ribot[4] und Rehmke[5] vor und ferner eine Reihe kleinerer, kritischer Aufsätze, die zugleich einen Überblick über die Stellung der verschiedenen Verfasser zu den Problemen geben. Es erscheinen verschiedene neue Gesichtspunkte in diesen Abhandlungen

---

[1] Das Gefühl. Stuttgart 1893.
[2] Dolore e piacere. Milano 1894.
[3] Pain, pleasure and aesthetics. London 1894.
[4] La psychologie des sentiments. Paris 1896.
[5] Zur Lehre vom Gemüt. Berlin 1898.

von Lipps[1], Nichols[2], James[3], Dewey[4] und Irons[5], um nur die bedeutenderen zu nennen. Endlich schliefst sich hieran, gleichsam um die Sammlung vollständig zu machen, so dafs kein Standpunkt fehlt, eine spekulativ-philosophische Arbeit von Petrini[6]. Es kommt in

---

[1] Göttingische gelehrte Anzeigen. 1894 Nr. 2.

[2] The origins of pleasure and pain. Phil. Review. I, 1892.

[3] The physical basis of emotion. Psychol. Review. I, 1894.

[4] The theory of emotion. Psychol. Review. I, 1894 and II, 1895.

[5] The nature ef emotion. Phil. Review. VI, 1897.

[6] Lehmanns teori om känslans förhallande till förnimmelsen. Upsala 1897. Über dieses Werk sei es mir hier gestattet, ein paar Worte zu sagen, da es, nominell allenfalls, an mich adressiert ist, obschon es ebensowohl gegen jeden beliebigen andern mir bekannten Psychologen, der sich über das genannte Verhältnis geäufsert hat, gerichtet sein könnte. Durch eine Reihe logischer Spitzfindigkeiten und subtiler Distinktionen hindurch, die weit über meinen naturwissenschaftlichen Verstand gehen, gelangt der Verfasser schliefslich zu dem sonderbaren Ergebnis: »dafs diese (Lehmanns) Theorie weder von ihm durch Thatsachen erhärtet ist, noch sich von unserm Denken festhalten läfst«. Hätte mein geehrter Kritiker sich darauf eingelassen, den Nachweis zu führen, dafs die Theorie unhaltbar sei, weil sie bestimmten Thatsachen widerstreite, so würde ich ihm gern recht gegeben haben, denn vor Thatsachen hege ich einen nicht geringen Respekt. Dies thut er aber nicht; der Thatsachen sind in seinem Buche überhaupt nicht viele zu finden. Das Verfahren ist durchweg dieses, dafs erst meine Worte auf denkbar absurdeste Weise erklärt werden, worauf der Verf. mit grofsem kritischen Scharfsinn zeigt, dies könne doch unmöglich meine Meinung gewesen sein. Darauf stellt er dann als rechte Erklärung eben die Meinung fest, die jeder vernünftige Mensch sogleich den Worten beigelegt haben würde, und deren nähere Präzisierung ich für überflüssig hielt, da mein Werk doch nicht als Kinderbuch dienen sollte, sondern für erwachsene Personen mit ein wenig gesundem Sinne geschrieben ist. Unglücklicherweise geht es dem Verf. gerade an dem entscheidenden Punkte schief, wo er das Verhältnis zwischen Empfindung und Gefühlston erklären soll. Hier bleibt er in seinen eignen subtilen Erklärungen stecken und dringt gar nicht bis zu meiner ganz schlichten und einfachen Auffassung vor. Aus diesem Grunde »läfst sich die Theorie nicht von unserm Denken festhalten«, denn es ist dem Verf. gelungen, durch seine wunderbaren Distinktionen seine eignen Begriffe darüber, was ich eigentlich gemeint habe, in völlige Verwirrung zu bringen. Da es ihm indes nicht gelungen ist, auch mich in Verwirrung zu bringen, so glaube ich vorläufig behaupten zu müssen: dafs ein Gefühl ein zusammengesetzter Zustand ist, nämlich der an einen bestimmten Vorstellungsinhalt geknüpfte Zustand der Lust oder der Unlust. Das Verhältnis der beiden Momente, der Gefühlsbetonung und des Vorstellungsinhalts, zu einander ist dieses, dafs sie erstens gleichzeitig im Bewufstsein gegeben sind,

diesen Schriften natürlich vieles und manches zur Behandlung; als das Zentrum, um welches sie alle kreisen, kann aber wohl die James-Langesche Theorie betrachtet werden, die unstreitig das Verdienst besitzt, zu allen neueren Untersuchungen auf dem Gebiete des Gefühlslebens den Anstofs gegeben zu haben. Dieser Theorie gegenüber nehmen alle Verfasser ihre Stellung, und so viel ich zu sehen vermag, ist sie es denn auch, deren Erhellung durch meine experimentellen Untersuchungen einen nicht unwesentlichen Beitrag erhält.

In derjenigen Gestalt, welche James zuerst und Lange von ihm unabhängig der Theorie gegeben haben, sagt sie: Jedes Gefühl ist eine Summe von Organempfindungen, die durch diejenigen Veränderungen des Organismus hervorgerufen werden, welche die Ursache des Gefühls herbeiführt. Hiergegen brachte ich sogleich zur Geltung, dafs das Gefühl der Lust und der Unlust keine Summe von Organempfindungen sein könnte, weil die mit jeder einfachen Sinnesempfindung verknüpfte Gefühlsbetonung zugleich mit der Empfindung im Bewufstsein gegeben sei. Bestünde die Gefühlsbetonung wirklich aus Organempfindungen, so müfste sie später als die Sinnesempfindung kommen, da einige Zeit verlaufen müsse, bis die Veränderungen des Organismus zu stande kommen könnten, und bis diese Veränderungen sich ferner im Bewufstsein kundgäben[1]. Lust

---

und dafs zweitens der Vorstellungsinhalt unserm Bewufstsein als Ursache der Lust oder Unlust dasteht; jedes Gefühl ist Lust oder Unlust an etwas.

Wie diese Auffassung eine undenkbare Theorie genannt werden kann, ist mir ein vollständiges Rätsel. Meines Erachtens ist der Satz einfach die Beschreibung einer Thatsache, ein sprachlicher Ausdruck dessen, was uns die Selbstbeobachtung zeigt. Das einzige Hypothetische des Satzes liegt in der Behauptung, dafs bei jedem Gefühle stets ein Vorstellungsmoment mitbeteiligt ist, selbst in solchen Fällen, wo dieses Moment nicht speziell hervortritt. Hätte Dr. P. sich gegen diesen zweifelhaften Punkt gewandt, so wäre die Sache verständlich, denn dies ist, wie gesagt, ein bestrittener Punkt. Er findet aber die Darstellung des Verhältnisses zwischen dem Gefühlston und dem Vorstellungsinhalt im allgemeinen undenkbar. — Soweit ich verstehen kann, hat mein verehrter Kollega seinen logischen Pegasus noch nicht recht reiten gelernt; dieser hat den Zaum zwischen die Zähne genommen und ist mit ihm durchgegangen.

[1] Hauptgesetze. S. 124—126.

und Unlust sollten meiner Auffassung zufolge ebenso primitive und unauflösbare Bewufstseinszustände sein als die Empfindungen. Die James-Langesche Theorie enthalte indes das Richtige, dafs sie die körperlichen Veränderungen als etwas den Gefühlen und besonders den Affekten Wesentliches betrachte, welche letzteren die körperlichen Veränderungen stärker und hervortretender erscheinen liefsen. Was man ein Gefühl oder einen Affekt nenne, bestehe nicht nur in einer primären, betonten Empfindung oder Vorstellung, sondern zugleich in einer Reihe betonter Organempfindungen, hervorgerufen durch diejenigen Veränderungen des Organismus, welche das primäre Gefühl veranlasse.

Dieser Auffassung ist James später beigetreten, indem er sogar erklärt, er habe nie anders gemeint. Er sagt: »Dr. Lehmann enters into an elaborate argument to prove, that primary feeling, as a possible accompaniment of any sensation whatever, must be admitted to exist. Such objections are a complete ignoratio elenchi, addressed to some imaginary theory, with which my own, as I myself understand it, has nothing whatever to do, all that I have ever maintained being the dependence on incoming currents of the emotional seizure or affect[1].« Dafs ich jedoch nicht der einzige bin, der James mifsverstanden und dessen Auffassung mit derjenigen Langes identifiziert hat, davon liegen hinlänglich viele Zeugnisse in der Litteratur vor. Da Langes Theorie indes keineswegs aufgegeben ist, sondern eifrige Fürsprecher gefunden hat, z. B. sowohl an Ribot, als an Sergi und Dewey, müssen wir also untersuchen, ob sie sich den neuen, durch die vorliegenden Versuche beschafften Thatsachen gegenüber behaupten kann. Es gilt also, zu entscheiden, welche der beiden Theorien recht hat, die Langesche oder die meinige, welche letztere ich mir unter Berücksichtigung der oben citierten Worte von James die James-Lehmannsche zu nennen erlauben werde.

Der Ansicht entgegen, dafs die an jede einfache Sinnesempfindung geknüpfte Gefühlsbetonung der Lust oder Unlust eine Summe von Organempfindungen sein

[1] The physical basis of emotion. Psychol. Rev. Vol. I. S. 524, Anm.

sollte, steht noch fortwährend die Thatsache, dafs die Gefühlsbetonung mit der Sinnesempfindung zugleich entsteht, während die körperlichen Veränderungen erst später zu stande kommen. Schon in den »Hauptgesetzen« machte ich darauf aufmerksam, dafs dies aus den dort wiedergegebenen Kurven hervorging; seitdem hat Binet es durch eine Reihe von Versuchen ferner konstatiert[1]. Meine hier vorliegenden Tafeln enthalten zahlreiche Kurven, die dies aufser allen Zweifel stellen. Die Tafeln XVIII und XIX zeigen an mehreren Orten, dafs das durch Erschrecken verursachte Zusammenfahren mehrere Sekunden früher eintritt, als das Sinken des Volumens anfängt. Mit dem Zusammenfahren des Körpers ist aber die ganze Unlust da; sie kann folglich keine Wirkung der vasomotorischen Veränderungen sein, die erst weit hinterher kommen. Tab. XXXI, B u. C zeigt zwei Versuche, wo der Augenblick markiert ist, in welchem das Unbehagen an einer Dosis Chinin eintrat; dieser Zeitpunkt fällt auch geraume Zeit vor Anfang der Volumveränderung. Endlich sind in Tab. XLIII, C die Zeitpunkte eines Wärmereizes, des Eintretens und des Aufhörens des Schmerzes markiert. Man sieht hier, dafs die bedeutendsten Veränderungen, sowohl des Volumens, als des Pulses, nach dem Aufhören des Schmerzes stattfinden. Hiermit scheint die Sache eigentlich ihre Entscheidung gefunden zu haben. Will man dennoch darauf bestehen, dafs die Gefühlsbetonung aus Organempfindungen gebildet werde, so steht wohl kein andrer Ausweg offen als der von Dewey eingeschlagene.

Dewey scheint anzunehmen, der Gefühlston bestehe aus Erinnerungsbildern der körperlichen Störungen, welche frühere Empfindungen derselben Art im Organismus erzeugt hätten[2]. Diese Störungen seien so häufig wiederholt worden, dafs sie erblich und angewöhnt geworden seien; die Erinnerungsbilder der ausgelösten Organempfindungen meldeten sich deshalb im Bewufstsein gleichzeitig mit der Sinnesempfindung und bildeten deren Gefühlston. Zwei sehr wesentliche Einwürfe lassen sich jedoch wider diese Erklärung erheben. Erstens

---

[1] Circulation capillaire etc. L'année psychologique. 1895. S. 142 u. f.

[2] The theory of motion. Psychol. Rev. II. 1895. S. 31 u. f.

wird eine bestimmte Empfindung keineswegs stets von demselben Gefühlston begleitet; jedenfalls genügt eine geringe Veränderung des Gesamtzustandes des Individuums, um eine und dieselbe Empfindung je den Umständen gemäfs als lust- oder als unlustbetont auftreten zu lassen. Der Geruch einer würzigen Speise ist dem Hungrigen sehr angenehm, während eines, wenn auch nur leichten Anfalls der Seekrankheit dagegen höchst unangenehm. Eben diese Verschiedenheiten der Gefühlsbetonung können doch nicht gleichfalls Erinnerungsbilder erblicher und angewöhnter Organempfindungen sein, denn wo kommt dann die Unlust her, wenn jemand zum erstenmal in seinem Leben seekrank ist und würzige Speise riecht? — Zweitens: räumt man den Störungen, welche frühere Empfindungen bestimmter Art im Organismus hervorgerufen haben, entscheidende Bedeutung für die Gefühlsbetonung der Empfindung ein, so müssen die organischen Veränderungen, die thatsächlich entstehen, wenn man die Empfindung aufs neue erhält, doch auch etwas zu sagen haben. Soviel ich zu sehen vermag, führt die Theorie zu der sonderbaren Konsequenz, dafs jede Empfindung zwei Gefühlstöne hat: einen, der aus Erinnerungsbildern der organischen Störungen früherer Zeiten gebildet wird und zugleich mit der Empfindung entsteht, und einen andern, der von den im Augenblicke eingetretenen Störungen herrührt und deshalb etwas später als ersterer kommt. Selbst wenn Nr. 2 nun ganz derselben Art wäre wie Nr. 1, müfste er jedenfalls Nr. 1 verstärken; die Selbstbeobachtung gibt jedoch nicht die geringste Andeutung davon, dafs der Gefühlston einer Empfindung einige Sekunden nach dem Entstehen der Empfindung an Stärke wächst. Deweys Theorie scheint mir deshalb ein mehr wohlgemeinter, als wohlgelungener Versuch, Langes Auffassung durchzuführen.

Dafs Langes Theorie nicht richtig ist, geht denn auch aus der Thatsache hervor, die uns unter den verschiedenartigsten Umständen bei allen unsern Versuchen aufgestofsen ist, dafs nämlich nicht die Art und die Stärke des Reizes die körperlichen Reaktionen bestimmen, sondern im Gegenteil derjenige Bewufstseinszustand (das Gefühl), welchen der Reiz veranlafst. Ist

man gegen Reize bestimmter Art abgestumpft, so dafs nur eiń schwaches Gefühl entsteht, dann wird auch die körperliche Reaktion nur eine geringe (vgl. Tab. XXXIII, D). Ist das Bewufstsein völlig von einem bestimmten Inhalt in Anspruch genommen, so bewirkt ein äufserer Reiz keine Empfindung, mithin auch keine körperliche Reaktion (Tab. LIII, B—D). Und wir sahen ja, dafs es während der Hypnose gar nicht der Reiz, sondern die gleichzeitige Suggestion ist, wodurch die Reaktion bestimmt wird. Wie soll man dies nach Langes Theorie eigentlich erklären können? Soll das Gefühl aus Empfindungen der körperlichen Störungen bestehen, so mufs man annehmen, dafs der Reiz direkt auf die niederen Gehirnzentren einwirkt und von hier aus die verschiedenen organischen Veränderungen auslöst, die als Gefühlsbetonung zum Bewufstsein kommen. Konsequent wird dies auch von Sergi behauptet, der sich Lange ohne Vorbehalt angeschlossen hat und in den Reflexzentren der Medulla oblongata den Ausgangspunkt alles Gefühls erblickt[1]. Will man nun demgemäfs die obengenannten Thatsachen erklären, so mufs man also annehmen, dafs der Einflufs der Bewufstseinszentren auf die Reflexzentren der Medulla oblongata ein weit gröfserer ist als derjenige, welchen ein äufserer Reiz hervorzubringen vermag. Findet sich z. B. in dem Bewufstsein des Hypnotisierten die Vorstellung von Schokolade, so wirkt diese Vorstellung weit kräftiger auf das verlängerte Mark als die gleichzeitig zerkaute wirkliche Chininpille. Oder ist jemand mit einer Rechenaufgabe beschäftigt, so kann dieser Bewufstseinszustand auf die Reflexzentren so kräftig wirken, dafs gleichzeitigé starke Kälte gar nicht auf dieselben zu influieren vermag. Gelingt es unter solchen Umständen dem Reiz aber nur einen Augenblick, zum Bewufstsein vorzudringen, so zeigen die Versuche, dafs dieser Reiz dann auch seinen Einflufs auf die Reflexzentren geltend zu machen und eine körperliche Reaktion hervorzurufen vermag, die dem durch ihn verursachten Bewufstseinszustand entspricht. Was wird aber bei all diesem aus dem postulierten direkten Einflufs des Reizes auf das

[1] Dolore e piacere. Milano 1894.

verlängerte Mark? Um mit der Erfahrung in Übereinstimmung zu kommen, hat man zugeben müssen, dafs das Bewufstsein die Reflexzentren sozusagen zu blockieren vermag, so dafs kein Reiz im stande ist, die Blockade zu sprengen. Und gelingt es einem Sinnesreize, ein einzelnes Mal hindurchzudringen, so geschieht dies nicht direkt, sondern nur auf dem Umwege durch das Bewufstsein. Und die Reaktion, die alsdann zu stande kommt, ist wieder nicht unmittelbar von der Art und Stärke des Sinnesreizes abhängig; sie ist bestimmt durch den mehr oder weniger gefühlsbetonten Bewufstseinszustand. Wie man die Sache auch wendet und kehrt, stets bleibt es der Bewufstseinszustand, der den entscheidenden Einflufs auf das verlängerte Mark und somit auf die körperlichen Veränderungen hat. Das Gefühl kann aber doch unmöglich ein Ergebnis der körperlichen Veränderungen sein, wenn es selbst existieren soll, damit diese Veränderungen zu stande kommen können. Mit andern Worten: Es gibt keine Möglichkeit, Langes Theorie zu behaupten, da sie in ihren Konsequenzen mit der Erfahrung in Widerspruch gerät.

Die Gefühlsbetonung ist also als ein an einen gegebenen Vorstellungsinhalt geknüpftes psychisches Moment zu betrachten, das sich nicht aus körperlichen Veränderungen ableiten läfst; im Gegenteil sind letztere zum Teil davon abhängig, ob die Gefühlsbetonung vorhanden ist oder nicht. Damit ist die Bedeutung der körperlichen Reaktionen für das Bewufstseinsleben offenbar aber nicht eliminiert. Selbst wenn sie nicht primär und für das Gefühl entscheidend sind, können sie darum ja doch als sekundäre Erscheinungen sehr wohl wesentlichen Einflufs auf den gesamten Bewufstseinszustand üben. Die James-Lehmannsche Theorie behauptet gerade die Auffassung: dafs Organempfindungen, die von den körperlichen Störungen herrühren, welche durch ein primäres Gefühl hervorgerufen wurden, denjenigen komplexen Zuständen einverleibt werden, welche wir Affekte nennen. In der That zeigen unsere Versuche, dafs es nicht nur die Gemütsbewegungen im engeren Sinne des Wortes sind, die von starken körperlichen Veränderungen begleitet werden, denn sogar einfache Sinnesempfindungen können oft bedeutende organische

Reaktionen zur Folge haben. Ja, wir erblicken solche sogar bei einer reinen Denkarbeit, welche die Gefühle des Individuums anscheinend durchaus nicht in Bewegung setzt. Konsequent müssen wir also die Möglichkeit eingestehen, dafs Organempfindungen an jedem Bewufstseinszustande mitbeteiligt sind; sehr oft merken wir sie natürlich jedoch nicht, wenn die Aufmerksamkeit von einem andern Vorstellungsinhalt gänzlich in Anspruch genommen wird, z. B. von einer Denkarbeit oder dergl. Eine je gröfsere Rolle sie aber im gesamten Bewufstseinszustande spielen. um so mehr erhält dieser den Charakter des Affekts.

Durch diese Auffassung der Sache wird auch eine Erscheinung verständlich, welche sich durch Langes Theorie wohl kaum erklären läfst. Wir sahen, dafs während sehr starker Spannung sogar intensive Ursachen der Unlust fast keine körperlichen Veränderungen herbeiführen (vgl. z. B. Tab. XXI, B—D). Wenn die körperlichen Reaktionen aber unterbleiben, so sollte nach Langes Theorie auch kein Gefühl entstehen können, das ja nur die Empfindung der Störungen des Organismus wäre. Die Konsequenz hiervon ist, dafs Ammoniak, Chinin und ähnliche unangenehme Sachen keine Unlust erregen könnten, nur weil man, in Spannung sitzend, ihr Kommen erwartet hätte. Diese Konsequenz wird wohl niemand im Ernst unterschreiben; sie widerstreitet denn auch der Erfahrung. Starkes Ammoniak ist immer äufserst unangenehm, einerlei, wie der vorhergehende Gemütszustand gewesen sein mag. Der gesamte Bewufstseinszustand ist aber nicht unabhängig hiervon. Hat man in Spannung gewartet, so wird jeder Reiz eine Erleichterung, eine Verminderung dieser Spannung herbeiführen. Dies verrät sich dadurch, dafs die körperlichen Reaktionen ganz andere werden, als wenn keine Spannung vorausgegangen wäre. Mit der Veränderung der körperlichen Reaktionen variieren aber auch die Organempfindungen, und folglich wird der gesamte Bewufstseinszustand ein andrer. Der Ammoniakgeruch ist immer gleich unangenehm, er ist aber sozusagen auf andre Weise unangenehm, wenn man sich in Spannung, als wenn man sich in völlig normalem Gleichgewicht des Gemüts befunden hat. Dies zeigt die Selbstbeob-

achtung, und die auf die Versuche sich stützende Theorie ist im stande, es zu erklären. Dieser Punkt scheint also ein andrer Probierstein unsrer Theorie zu sein, da die Langesche auch hier zu unhaltbaren Konsequenzen führt.

Endlich scheinen die vorliegenden Versuche einiges Licht auf die eigentümlichen Gemütszustände zu werfen, die man Stimmungen nennt. In die Tafeln sind freilich nicht viele Kurven aufgenommen, die den Ausdruck der Stimmungen zeigen, das Vorliegende genügt indes, um das Verhalten zu charakterisieren. Tab. XXXVIII, B gibt den typischen Ausdruck der deprimierten Stimmung; dieselben Eigentümlichkeiten finden sich wieder in den Tab. X, A und LI, A. Besonders die beiden letzteren Kurven sind hier von Interesse. In diesen beiden Fällen wurden nämlich Versuche angestellt, welche einige Zeit hindurch die Aufmerksamkeit des Individuums beanspruchten; während dieser Versuche verschwindet die Stimmungsreaktion mehr oder weniger, kehrt aber wieder zurück, sobald die Unterbrechung aufhört. Dieses fortwährende Zurückkehren des nämlichen anormalen körperlichen Zustands ist eben der Stimmung so charakteristisch. Man kann stundenlang mit einem deprimierten Individuum experimentieren und ihm keinen Augenblick Zeit lassen, an das die Stimmung Verursachende zu denken. Dennoch stellt sich der charakteristische körperliche Zustand wieder ein, sobald die Aufmerksamkeit durch nichts anderes gefesselt wird. In der Stimmung sind die Organempfindungen also offenbar die Hauptsache, während die Erinnerung an die Ursache der Stimmung nur einzelne Augenblicke hindurch im Bewufstsein auftaucht[1]. Oder mit andern Worten:

[1] In einer interessanten kleinen Schrift: »Zur Lehre vom Gemüt«, Berlin 1898, kommt Rehmke zu demselben Ergebnis. Der eingehenden und scharfsinnigen Kritik des Verfassers über die Lehre von der Verschmelzung der Gefühle zu gemischten Gefühlen und Gefühlsmischungen kann ich in der Hauptsache beistimmen; weniger verständlich ist es mir dagegen, was dadurch gewonnen sein sollte, dafs der Ausdruck »Gefühlston«, der nun einmal eingebürgert ist, durch den von Rehmke gebrauchten »Gefühlswert« ersetzt wird. Es wird hierdurch allerdings erreicht, dafs der Gefühlston allen Anstrich eines selbständigen Elements verliert, das sich zu einem Vorstellungsinhalt

Die Stimmung ist ein chronischer Gefühlszustand, der durch einen eigentümlichen organischen Zustand erhalten wird, welcher stets von neuem wieder eintritt, selbst wenn andre Bewufstseinszustände ihn zeitweilig durch die von ihnen verursachten körperlichen Veränderungen unterbrechen.

Hiermit ist es nun auch gegeben, weshalb eine vorhandene Stimmung dem neuen Bewufstseinsinhalt stets ihren eigentümlichen Gefühlston verleiht. Denn die durch den neuen Bewufstseinsinhalt hervorgerufenen körperlichen Veränderungen gestalten sich anders während der Stimmung, als wenn das Individuum sich in normalem Gleichgewicht des Gemüts befindet (vergl. Tab. LI, A). Bei solcher Verschiedenheit der körperlichen Reaktionen wird aber auch der gesamte Bewufstseinszustand ein andrer.

Wir haben nun auseinandergesetzt, welche Bedeutung für unser Bewufstseinsleben den körperlichen Reaktionen erfahrungsgemäfs beigelegt werden darf. Diese Bedeutung ist, wie wir sahen, nur eine sekundäre, indem die körperlichen Veränderungen stets einen Bewufstseinszustand zur Ursache verlangen. Dieser Zustand wird freilich durch diejenigen Organempfindungen modifiziert, welche der Organismus zum Bewufstsein zurücksendet; der ursprüngliche Bewufstseinszustand, das primäre Gefühl, ist jedoch das Entscheidende, da seine Art und Stärke die körperliche Reaktion bestimmen. Welche Bedeutung haben nun aber alle diese organischen Veränderungen, wozu dienen sie? Diese Frage umgehen alle Forscher mit Vorsicht. Eben weil diese Reaktionen so äufserst regelmäfsig und gesetzmäfsig sind, wie die Versuche zeigten, ist es unmöglich, sich

---

addiert; da aber doch in der That niemand annimmt, ein psychischer Zustand sei aus Elementen auf dieselbe Weise erbaut, wie eine chemische Verbindung aus materiellen Atomen, so ist eine Polemik hiergegen nahezu überflüssig. Die psychologische Analyse zusammengesetzter seelischer Zustände läfst sich nicht vermeiden — Rehmke hat selbst diese Methode in grofsem Umfang angewandt —, und diese führt auf natürliche und notwendige Weise zu gewissen elementaren Zuständen; einer derselben ist das Gefühlselement, und ob man dieses »Gefühlston« oder »Gefühlswert« nennt, scheint mir ziemlich gleichgiltig. Weshalb dann nicht bei der alten Bezeichnung bleiben?

dieselben nur als Ausladung der überflüssigen Energie zu denken, die während der psychischen Thätigkeit im Gehirn freigemacht wird. Und wo finden wir übrigens den Beweis, dafs mehr der latenten Energie der Nervenzellen freigemacht werde, als gerade für den Augenblick nötig ist? Noch weniger kann man annehmen, diese organischen Veränderungen seien nur erbliche Rudimente von Mafsregeln, die für den Urmenschen zweckmäfsig, jetzt aber ohne Bedeutung sind. Um einer solchen Auffassung huldigen zu können, mufs man sich gewifs durch jahrelanges, unverwandtes Anstarren der Evolutionstheorie selbst hypnotisiert haben. Es kann mit andern Worten wohl keinem Zweifel unterliegen, dafs die organischen Veränderungen zweckmäfsig sind, dazu dienen, einen vorhandenen psychophysischen Zustand zu erhalten oder die durch einen Bewufstseinszustand im Gehirn hervorgerufenen Störungen auszugleichen. Wie jedes andre Organ fordert auch das Gehirn während seines Arbeitens wahrscheinlich gröfseren Blutzufluſs, als wenn es ruht, und es wird deshalb wahrscheinlich, dafs die beobachteten organischen Veränderungen zur Regulierung des Zuflusses dienen[1].

In den vorliegenden Versuchen findet sich zwar mehreres, das die Richtigkeit dieser Hypothese befürworten könnte, ich werde jedoch nicht hierbei verweilen, denn das Problem ist zu wichtig, als dafs wir uns mit Vermutungen und Wahrscheinlichkeiten begnügen könnten. Wäre es möglich, auf irgend eine Weise darüber ins reine zu kommen, welche Veränderungen des

---

[1] Diese Auffassung stellte zuerst gewifs L. Hill auf: »The physiology and pathology of cerebral circulation«. London 1896. Der Verf. findet mittels physiologischer Versuche an Tieren, dafs im Gehirn niemals vasomotorische Veränderungen vorkommen; er schliefst hieraus, dafs die Blutzirkulation im Zentralorgan ausschliefslich durch diejenigen Veränderungen bedingt sei, welche draufsen im Organismus umher vorgehen. Über die Richtigkeit dieser Versuche und der hieraus gezogenen Schlüsse getraue ich mir keine Meinung zu. Wollte man aber einmal zur Veränderung von Menschen auf Tiere schliefsen, so läge folgender Einwurf nahe. Wir sahen, dafs bei Menschen der Bewufstseinszustand, nicht aber der Reiz die organischen Veränderungen bestimmt. Hills Versuchstiere waren immer narkotisiert, also ohne Bewufstsein. Dies möchte vielleicht die Ursache sein, weshalb sich keine Reaktionen nachweisen lassen.

Blutumlaufs, namentlich des Blutzuflusses nach dem Gehirn, während der verschiedenen psychischen Thätigkeiten stattfinden, so wäre hiermit der erste Schritt gethan, um eine Psychodynamik zu beschaffen, deren theoretische Konsequenzen für den Augenblick ganz unabsehbar sind. Wirkliche Einsicht in diese Verhältnisse nebst der hier nachgewiesenen Thatsache, dafs der Bewufstseinszustand, nicht aber der äufsere Reiz die körperlichen Reaktionen bestimmt, würde zu einem weit eingehenderen Verständnis des Verhältnisses zwischen dem Psychischen und dem Körperlichen führen, als alle Messungen der Psychophysik uns bisher zu geben vermocht haben. Den näheren Nachweis hiervon zu versuchen, würde zur Zeit wohl zu keinem Ergebnis führen, da es uns noch an jeglicher Thatsache gebricht, auf die eine solche Ausführung sich stützen liefse. Aus diesem Grunde werde ich mich hier auch nicht auf die ferneren theoretischen Betrachtungen einlassen, zu denen die bereits vorliegenden Versuche den Anlafs geben könnten. Vorerst müssen wir untersuchen, wie weit wir mit Hilfe des uns zur Verfügung stehenden empirischen Materials in der Beantwortung der aufgeworfenen Frage gelangen können. Läfst das Problem sich nicht unter Anwendung dieser Mittel lösen — was nur wenig wahrscheinlich ist —, so müssen wir uns nach andern experimentellen Methoden umschauen, die es ermöglichen, der Sache näher zu Leibe zu rücken. Gelingt es uns dann, auf irgend einem Wege ein zuverlässiges Erfahrungsmaterial zu sammeln, so wird es an der Zeit sein, theoretische Konsequenzen zu ziehen. Das Phantasieren auf Grundlage ungenügender Erfahrungen mag vielleicht gute Philosophie sein. Wissenschaft ist es aber nicht.

DIE PHYSIOLOGISCHEN URSACHEN DER KÖRPERLICHEN ÄUSSERUNGEN.

Die in unsern graphischen Aufzeichnungen erscheinenden Veränderungen des Armvolumens und des Pulses können uns direkt keine Auskunft über die

Blutumlaufsverhältnisse in andern Teilen des Organismus geben. Soll man hierüber etwas schliefsen können, so mufs man jedenfalls erst wissen, welche physiologischen Faktoren die wahrgenommenen Veränderungen verursacht haben, und welcher Anteil an diesen Veränderungen jedem einzelnen der thätigen Organe: dem Herzen, den Blutgefäfsen, den Lungen u. s. w., zuzuschreiben ist. Aber auch wenn es gelingt, dies ins klare zu bringen, ist die Aufgabe damit doch nicht gelöst, ja es ist nicht einmal gegeben, dafs sie lösbar ist. Nehmen wir ein bestimmtes Beispiel, um von etwas Positivem zu sprechen. Wir gehen also davon aus, dafs die Kurve ein Abnehmen des Armvolumens zeigt. Sicher ist es dann, dafs mehr Blut aus dem Arm als nach diesem geflossen ist. Wir nehmen nun an, dafs wir aus den gleichzeitigen Veränderungen der Pulshöhe und der Pulslänge, aus der Form der Pulse u. s. w. erklären können, wie die Abnahme des Volumens durch langsameren Herzschlag nebst einer Gefäfskontraktion im Arm und mithin vermutlich an der ganzen Oberfläche des Körpers verursacht wird. Darum wissen wir aber offenbar nicht das geringste davon, wo das aus dem Arm und der Oberfläche des Körpers abfliefsende Blut geblieben ist. Möglicherweise dient es zur Unterhaltnng eines geschwinderen Umlaufs durch das Gehirn, es kann aber auch in den grofsen Venenstämmen aufgestaut werden, oder es kann durch nicht-kontrahierte Arterien im Inneren des Organismus leichteren Abflufs finden. Alle diese Möglichkeiten stehen offen, und solange man nicht mehr Erfahrungen besitzt als diejenigen, welche uns vorläufig zur Verfügung stehen, wird man nichts mit Sicherheit sagen können. Das Gebiet der Erfahrung mufs also erweitert werden, und zwar am liebsten so, dafs man wirklich über die Verhältnisse, die von Bedeutung sind, Aufschlüsse erhält. Sich daran machen, den Blutdruck in einer peripheren Arterie zu messen, was man in der jüngsten Zeit versucht hat, scheint mir keinen grofsen Nutzen zu bringen. Ganz davon abgesehen, dafs die Messung mit Mossos Sphygmomanometer sich auf eine nicht bewiesene Annahme stützt, ist der Blutdruck selbst von so vielen zusammenwirkenden Faktoren abhängig, dafs wir den Anteil, den jeder ein-

zelne derselben an den Druckveränderungen hat, gar nicht zu bestimmen vermögen. Soll es gelingen, mit dem Blutzufluſs nach dem Gehirn ins klare zu kommen, so muſs man direkt auf das Problem losgehen und die Veränderungen des Kreislaufs in der Carotis zu bestimmen suchen. Wie dies sich an einem normalen, unverletzten Menschen thun läſst, hoffe ich in einem folgenden Teile dieser Untersuchungen zeigen zu können.

Vorläufig müssen wir also auf die Beantwortung unserer Hauptfrage verzichten, darum ist es aber doch nicht ohne Bedeutung, eine physiologische Auslegung der Kurven zu versuchen. Sind wir wirklich im stande, mittels derselben klar zu machen, welche Veränderungen in den verschiedenen auf den Blutkreislauf influierenden Organen stattfinden, so sind wir jedenfalls der Lösung der Hauptfrage einen Schritt näher gerückt. Und sollte es sich erweisen, daſs eine physiologische Deutung der Kurven unmöglich wird, so ist dieses Ergebnis ebenfalls von Wert, weil wir daraus lernen können, an welchen Punkten es an den erforderlichen Thatsachen gebricht, und was man infolgedessen durch künftige experimentelle Untersuchungen auf diesem Gebiete vorzüglich aufzuklären suchen muſs. Es leuchtet nun aber auch ein, daſs der Versuch einer Auslegung der Kurven nur dann von einigem Wert sein kann, wenn man sich willkürlicher Hypothesen streng enthält, sich keinen Schritt von dem sicheren Boden der Erfahrung entfernt. Hypothesen aufstellen fällt nicht schwer. In den »Hauptgesetzen« suchte ich, mich auf Langes klinische Beobachtungen und die von meinen Kurven dargebotenen Anhaltspunkte stützend, eine hypothetische Erklärung durchzuführen, um einen Überblick darüber zu erhalten, was während der verschiedenen Gemütsbewegungen wahrscheinlich im Organismus vorgeht. Ein derartiger Versuch hat natürlich seine Berechtigung, wenn er nicht den Anspruch macht, etwas mehr als eine wahrscheinliche Erklärung zu geben. Jetzt können wir aber keine Wahrscheinlichkeiten gebrauchen, sondern nur Gewiſsheit, diese werde nun eine positive Gewiſsheit dessen, was vorgeht, oder die rein negative Gewiſsheit, daſs wir nichts wissen können. Nur wenn wir fortwährend dies vor Augen haben, wird es möglich sein,

zu entscheiden, an welchem Punkte wir eine eventuelle Erweiterung des Erfahrungsgebietes erstreben müssen. Und der Gang der Arbeit wird ganz natürlich der werden, dafs wir die Volumveränderungen, die Pulshöhen und die Pulsformen, jedes für sich, betrachten, um zu untersuchen, was wir aus diesen über den Zustand der verschiedenen Organe lernen können.

Die Volumveränderungen. Das Volumen des Arms ist erstens von der Frequenz des Herzschlages abhängig. Je geschwinder das Herz arbeitet, um so mehr Blut wird, unter sonst gleichen Umständen, aus den grofsen Venenstämmen im Innern in das arterielle System übergepumpt werden, mithin wird das Armvolumen also zunehmen. Umgekehrt wird der langsamere Herzschlag eine Verminderung des Armvolumens herbeiführen. Aus den Kurven sehen wir denn auch, dafs Volumsenkung und Pulsverlängerung (langsamerer Herzschlag) gewöhnlich zusammen gehen, ebenso wie Volumsteigung und Pulsverkürzung. Überall, wo dies stattfindet, dürfen wir also sicher davon ausgehen, dafs die wahrgenommenen Volumveränderungen wenigstens zum Teil von Veränderungen der Frequenz des Herzschlages herrühren; selbstverständlich vermögen wir aber nicht zu entscheiden, ob nicht auch noch andre Ursachen mitwirkten. Anderseits: wo Pulsverlängerung und Volumsteigung, Pulsverkürzung und Volumsenkung gleichzeitig eintreten, dort kann man mit Sicherheit schliefsen, dafs andre Kräfte thätig gewesen sind, die im stande waren, die durch die Veränderungen des Herzschlages verursachten Volumveränderungen zu überwinden.

Das Volumen des Arms ist ferner zweitens von der gröfseren oder geringeren Weite der Blutgefäfse abhängig, und zwar kann dieses Abhängigkeitsverhältnis wieder ein direktes oder ein indirektes sein. Direkt wird das Armvolumen durch Veränderungen der Gefäfse des Arms selbst beeinflufst; eine Gefäfsverengerung bewirkt Verminderung, eine Gefäfserweiterung Vergröfserung des Volumens. Indirekt oder passiv wird das Armvolumen durch vasomotorische Veränderungen in andern Teilen des Organismus verändert. Denn das Blut, das bei jedem Herzschlag in den Körper ausgestofsen wird, mufs sich der Wegsamkeit der einzelnen Bahnen

entsprechend verteilen. Findet also in irgend einem Teile des Organismus eine Gefäfsverengerung statt, so wächst damit der Widerstand gegen das Vordringen des Blutes auf diesen Bahnen, weshalb eine relativ gröfsere Menge in die nicht verengerten Arterien strömen und somit eine Volumvergröfserung der betreffenden Organe hervorrufen wird. Umgekehrt wird eine Gefäfserweiterung in irgend einem Teile des Organismus zur Folge haben, dafs relativ weniger Blut in die nichtdilatierten Arterien abfliefst, und das Volumen der betreffenden Organe abnimmt. Selbst wenn die vasomotorischen Verhältnisse des Arms ganz unverändert bleiben, können also durch Gefäfsverengerung und Gefäfserweiterung in andern Teilen des Organismus Steigungen, resp. Senkungen des Volumens entstehen. Es braucht doch wohl kaum bemerkt zu werden, dafs man aus den Veränderungen des Armvolumens selbst nicht ersehen kann, inwiefern diese direkt oder indirekt durch vasomotorische Veränderungen verursacht sind. Dies läfst sich nur entscheiden, wenn man mittels anderer Kennzeichen nachzuweisen vermag, ob die Weite der Armgefäfse sich erweitert hat oder nicht.

Endlich ist das Armvolumen drittens von der gröfseren oder geringeren Leichtigkeit abhängig, mit welcher das venöse Blut aus dem Arm abfliefst. Dieser Faktor macht sich schon bei Veränderungen der Frequenz des Herzschlags geltend. Hat das Herz kurze Zeit hindurch rasch geschlagen, so sind die grofsen Venenstämme verhältnismäfsig blutleer; schlägt das Herz nun plötzlich in ein langsameres Tempo um, so sinkt das Armvolumen nicht nur wegen geringeren Zuflusses arteriellen Bluts, sondern auch, weil der Abfluſs nach den blutleeren Venen in hohem Grade erleichtert ist. Das umgekehrte Verhältnis findet selbstfolglich statt, wenn die Frequenz des Herzschlages sich in entgegengesetzter Richtung verändert. Den wesentlichsten Einfluſs auf die Strömung des venösen Bluts hat doch zweifelsohne die Atmung. Während der Inspiration wächst die Kapazität der Lungenkapillaren, während der Exspiration nimmt diese ab; beim Einatmen findet das venöse Blut folglich leichten Abfluſs nach den Lungen, beim Ausatmen wird es dagegen in dem übrigen Teile des Orga-

nismus aufgestaut. Hiervon rühren die Respirationsoszillationen des Armvolumens her, welches während normaler, ruhiger Atmung bei der Inspiration ein geringes Sinken, bei der Exspiration ein Steigen zeigt. Bei besonders tiefen und langsamen Atemzügen werden die Verhältnisse verwickelter, vgl. Tab. V, A. In diesem Falle beginnt das Sinken des Volumens zwar zugleich mit der Exspiration, es dauert aber die ganze Pause hindurch bis gegen die Mitte der folgenden Inspiration, worauf das Volumen bei einer Reihe geschwinder Pulsschläge rasch steigt. Da hier, wie die Kurven zeigen, während der Volumsenkung der Puls stets langsam, während der Steigung aber geschwind ist, so scheinen diese Pulsverhältnisse im Verein mit der durch die Atmung hervorgerufenen Veränderung im Abflusse des venösen Bluts zu genügen, um die vorkommenden Veränderungen des Rauminhalts zu erklären. Dies schliefst natürlich nicht aus, dafs nicht auch andre Faktoren mitbethätigt sein könnten. Ein positiver Beweis dafür, dafs die Atmung vasomotorische Veränderungen erzeugt, ist meines Wissens bisher nicht geführt worden.

Das Resultat aller dieser Betrachtungen wird in Kürze folgendes: Wenn Volumsteigung gleichzeitig mit Pulsverkürzung, Volumsenkung gleichzeitig mit Pulsverlängerung eintritt, was in den allermeisten Fällen geschieht, so darf man schliefsen, dafs die Volumänderungen durch Veränderungen der Frequenz des Herzschlags verursacht sind, indem die Möglichkeit andrer mitwirkenden Kräfte jedoch nicht ausgeschlossen ist. Treten dagegen Volumsenkung und Pulsverkürzung, Volumsteigung und Pulsverlängerung gleichzeitig ein — was bei den meisten starken Unlustgefühlen, letzteres auch in seltenen Fällen entschiedener Lust, stattfindet —, so weifs man mit Sicherheit, dafs vasomotorische Veränderungen vorgegangen sein müssen, welche die Veränderungen des Rauminhalts, die durch Änderungen der Frequenz des Herzschlags allein hervorgerufen sein könnten, bekämpft und ausgeglichen haben. Ob diese vasomotorischen Veränderungen aber direkt oder indirekt auf das Armvolumen influiert haben, das läfst sich nicht entscheiden. Endlich können die Respirationsoszillationen auf die durch die Atmung bewirkten Ver-

änderungen des venösen Blutabflusses nebst den Veränderungen der Frequenz des Herzschlages zurückgeführt werden: auch hier sind andre, mitwirkende Kräfte jedoch nicht ausgeschlossen.

Die Pulshöhen. Die Höhe sowohl des Druckpulses, als die des Volumpulses ist erstens von der Frequenz des Herzschlages abhängig. Je langsamer das Herz schlägt, um so mehr wird es mit Blut angefüllt, um so gröfser wird also auch die mittels der Kontraktion ausgetriebene Blutmenge und somit die Höhe des Pulses. Man kann also auch sagen, dafs die Pulshöhe und die Pulslänge, wenn alles andre unverändert bleibt, in derselben Richtung variieren werden; mit gröfserer Pulslänge geht gröfsere Pulshöhe zusammen. Dieses Verhalten läfst sich natürlich nicht überall nachweisen, weil die Pulshöhe auch von andern Kräften als dem Umfang der Herzbewegung abhängig ist, in gewissen Fällen tritt es aber äufserst deutlich hervor, z. B. bei allen von der Atmung herrührenden Pulsveränderungen. Dies ist aus Tab. LXV zu ersehen.

Tab. LXV, A u. B. $^{17}/_{12}$ 96 nachm. A. L. Willkürliche Veränderungen der Atmung. Plethysmogramm des linken Arms, rechte Radialis. B ist die unmittelbare Fortsetzung von A.

Tab. LXV, C u. D. $^{17}/_{9}$ 96 nachm. P. L. Willkürliche Veränderungen der Atmung. Plethysmogramm des linken Arms, rechte Radialis. D ist die unmittelbare Fortsetzung von C.

Diesen Kurven schliefst sich aufserdem an:

Tab. LXVIII, D. $^{10}/_{12}$ 96 nachm. P. L. Der Vasalvasche Versuch. Plethysmogramm des linken Arms, rechte Radialis (unter dem Plethysmogramm).

Man sieht aus allen diesen Kurven, dafs die Höhe des Druck- und des Volumpulses stets in derselben Richtung variiert, zu gleicher Zeit anwächst und abnimmt, und überdies steht die Höhe in solchem Verhältnis zur Länge, dafs sie mit dieser zugleich anwächst und abnimmt. Ich habe die Gröfsen zwar nicht gemessen, weil die Variationen so grofs sind, dafs sie sich leicht ersehen lassen, findet sich aber irgendwo eine Abweichung von dem genannten Abhängigkeitsverhältnisse, so ist dieselbe jedenfalls eine so geringe, dafs sie sich

der unmittelbaren Betrachtung entzieht. Man darf also sagen, dafs im allgemeinen die Pulshöhe mit der Pulslänge zugleich wachsen und abnehmen wird, es sei denn, dafs andre Faktoren die Höhe des Pulses modifizieren. Was dies bedeutet, werden wir sogleich näher erörtern.

Die Pulshöhe ist nämlich zweitens von der Weite der Blutgefäfse abhängig, und zwar wieder auf zweifache Weise, entweder direkt durch Veränderungen der Gefäfsweite im Arm oder indirekt dadurch, dafs die Gefäfse in andern Teilen des Organismus ihr Volumen verändern, während die Gefäfse des Arms unverändert bleiben. Die Wirkung dieser verschiedenen Veränderungen wird indes nicht dieselbe auf den Volumpuls wie auf den Druckpuls; wir müssen deshalb jeden derselben für sich betrachten. – Eine Gefäfsverengerung im Arm wird zur Folge haben, dafs der Widerstand hier anwächst, weshalb das Blut hauptsächlich die mehr fahrbaren Bahnen einschlagen wird. Dies mufs im Plethysmogramm, welches eben die bei jedem Herzschlag in den Arm gepumpte Blutmenge angibt, eine Verminderung der Pulshöhe herbeiführen; umgekehrt wird eine Gefäfserweiterung im Arm vergröfserte Pulshöhe zur Folge haben. Es ist nun aber leicht zu sehen, dafs man aus Veränderungen der Pulshöhe nicht ohne weiteres auf vasomotorische Erscheinungen schliefsen kann. Denn wie wir oben fanden, wird auch der Herzschlag eine Ursache der Verschiedenheit der Pulshöhe sein, indem verminderte Pulslänge verminderte Pulshöhe bewirkt. Hieraus folgt also: Wenn eine Verminderung der Pulshöhe gleichzeitig mit einer Verminderung der Pulslänge stattfindet, so läfst sich kein Schlufs ziehen, weil der Unterschied der Höhe vom Herzschlag allein, möglicherweise aber auch von gleichzeitigen vasomotorischen Erscheinungen herrühren kann. Nimmt dagegen die Pulshöhe ab, während zugleich die Pulslänge zunimmt, so müssen vasomotorische Veränderungen eingetreten sein. Ob diese vasomotorischen Veränderungen im Arme selbst oder in andern Teilen des Organismus vorgegangen sind, das läfst sich jedoch wieder nicht entscheiden. Denn ganz denselben Einflufs auf die Pulshöhe, den eine Gefäfsverengerung im Arme hat, wird auch eine Gefäfserweiterung in andern Teilen des Or-

ganismus haben, weil das Blut stets die wegsamsten Bahnen aufsucht und deshalb in geringerer Menge nach den unveränderten Gefäfsen im Arm, als nach den dilatierten Gefäfsen z. B. im Innern des Organismus abfliefst. Mit andern Worten: In einzelnen bestimmten Fällen können wir aus den Veränderungen der Höhe des Volumpulses nachweisen, dafs vasomotorische Veränderungen vorgegangen sein müssen, wir können aber nicht entscheiden, wo sie stattgefunden haben, oder welcher Art sie sind.

Betrachten wir nun den Druckpuls, so erhalten wir hier jedenfalls einen positiven Anhaltspunkt. Eine Gefäfsverengerung im Arme wird allerdings, ebenso wie es mit dem Volumpuls der Fall war, eine Verminderung der Pulshöhe zur Folge haben. Ist aber die Gefäfsverengerung keine rein lokale — was gewifs selten stattfindet —, sondern erstreckt sie sich über einen gröfseren Teil des Organismus, so mufs der arterielle Blutdruck steigen, und mithin wächst auch die Höhe des Druckpulses, weil diese, bei meiner Konstruktion des Sphygmographen, die Gröfse des Blutdrucks ausdrückt. In diesem Falle also, wo im Arm und in einem bedeutenden Teile des Organismus eine Gefäfsverengerung vorhanden ist, wird das Sphygmogramm gröfsere Pulshöhe zeigen, während das Plethysmogramm geringere Pulshöhe angibt, und wo diese beiden Erscheinungen gleichzeitig auftreten, sind wir also im stande, auf die Ursache zurück zu schliefsen. Auf allen vorliegenden Tafeln habe ich indes nur in drei Kurven eine in entgegengesetzter Richtung gehende Variation der Pulshöhen finden können, nämlich Tab. XXXI, C, Phase c-e; Tab. XXXVII, C, Phase c-e, und Tab. XXXVIII, A, Phase c-d. Alle drei Kurven drücken lebhafte Unlust aus, und von diesem Zustand läfst sich also behaupten, dafs er von Gefäfsverengerung in einem bedeutenden Teile des Organismus begleitet wird. Wahrscheinlich findet auch in Fällen schwächerer Unlust eine Gefäfsverengerung statt, diese ist dann aber nicht so ausgedehnt, dafs das Sphygmogramm vergröfserte Pulshöhe anzeigt, und wir können sie deshalb nicht konstatieren. In Analogie hiermit wird man selbstverständlich aus gleichzeitiger Vergröfserung des Volum-

pulses und Verminderung des Druckpulses auf eine Gefäfserweiterung im Arm und in einem bedeutenderen Teile des Organismus schliefsen können. Einen Fall dieser Art kann ich in meinen Kurven indes nicht finden.

Ehe wir nun zur Betrachtung der Pulsformen als letzten Hilfsmittels zur Deutung der Kurven übergehen, mufs ich noch eine Eigentümlichkeit der Pulshöhen, ihr periodisches Schwanken nämlich, erwähnen. Diese Erscheinung, deren Ursache gewifs in klimatischen Verhältnissen zu suchen ist, hat mit den vorliegenden Betrachtungen allerdings nichts zu schaffen und liegt überhaupt ganz aufserhalb des Rahmens unsrer Untersuchungen, aber eben deswegen kann sie ebensowohl hier als an irgend einem andern Orte berührt werden, da sie ohne Zweifel Erwähnung verdient. Schon im Frühling 1895 bemerkte ich, dafs die Höhe des Volumpulses bei allen Versuchspersonen von der Mitte des März an bis in den Juni, da die Versuche eingestellt wurden, recht bedeutend zunahm. Um die Erscheinung zu verfolgen, wachte ich darüber, dafs die Einstellung des Schreibhebels niemals verändert wurde, zweimal des Jahres ausgenommen, wenn es notwendig war, die Trommeln mit neuen Gummimembranen zu versehen. Infolgedessen lassen sich alle im Laufe eines Halbjahres aufgenommenen Volumpulshöhen miteinander vergleichen. Damit ein solcher Vergleich aber ein zuverlässiges Resultat gebe, müssen natürlich verschiedene Umstände berücksichtigt werden. Erstens darf man nur Normalkurven, Kurven, die während völligen Gleichgewichts des Gemüts genommen sind, miteinander vergleichen, da jede Abweichung von diesem Zustande sogleich eine Variation der Pulshöhe herbeiführt. Und ferner mufs man auch beachten, dafs die Frequenz des Herzschlages in diesen Kurven die nämliche ist, weil die Pulshöhe, wie wir sahen, mit der Pulslänge variiert. Die Erfüllung der letzteren Bedingung ist freilich ziemlich schwer, weil das Herz eines gegebenen Individuums selbst unter anscheinend ganz denselben Verhältnissen nicht genau die nämliche Anzahl Schläge pro Minute ausführt. Indes habe ich alle meine Originaltafeln durchgegangen und hierin an zwei Versuchspersonen eine Reihe von Kurvenstrecken ausgesucht, die, soweit

möglich, die gestellten Forderungen erfüllen. Wo es nicht möglich war, die Normalkurve eines einzelnen Tages mit einem gewissen Durchschnitt der Pulslänge zu finden, wählte ich zwei Kurvenstrecken, eine mit gröfserer und eine andre mit kürzerer Pulslänge aus. Diese Kurven sind in chronologischer Ordnung in der Tab. LXVI zusammengestellt.

Tab. LXVI, Spalte 1—3, bis zum offenen Zwischenraum, zeigt die Variationen der Pulshöhe bei A. L. im Verlaufe von ungefähr zwei Jahren. Dieser Zeitraum ist jedoch wegen der erwähnten Veränderungen rücksichtlich der Einstellung der Schreibhebel in vier Perioden zu teilen, und nur innerhalb jeder einzelnen dieser Perioden lassen sich die Höhen vergleichen. Periode 1, vom $^{14}/_{3}$ 95 bis $^{10}/_{6}$ 95, zeigt Zunahme der Pulshöhe. Periode 2. vom $^{10}/_{6}$ 95 bis $^{16}/_{10}$ 95, zeigt erst fast konstante Pulshöhe bis zum $^{10}/_{10}$, darauf Abnahme. Periode 3, vom $^{18}/_{2}$ 96 bis $^{8}/_{10}$ 96, zeigt ein etwas unregelmäfsiges Zunehmen bis zum $^{14}/_{4}$, darauf ziemliche Konstanz. Periode 4, vom $^{8}/_{9}$ 96 bis $^{17}/_{12}$ 96, zeigt erst ungefähr konstante Pulshöhe bis zum $^{29}/_{10}$, darauf deutliches Abnehmen.

Tab. LXVI, Spalte 3 u. 4 zeigt die Schwankungen der Pulshöhe bei Dr. N. und zerfällt in zwei Perioden. Periode 1, vom $^{14}/_{3}$ 95 bis $^{25}/_{5}$ 95, zeigt sehr bedeutendes Zunehmen der Pulshöhe bis zum $^{13}/_{5}$, darauf ziemliche Konstanz. Periode 2, vom $^{9}/_{6}$ 95 bis $^{10}/_{10}$ 95, zeigt fast unveränderte Pulshöhe bis zum $^{19}/_{9}$, darauf merkbare Abnahme.

An meinen andern Versuchspersonen fand ich ganz ähnliche Verhältnisse, da die Versuche aber nicht speziell auf eine nähere Untersuchung der Erscheinung angelegt waren, ist mein Material in dieser Beziehung ungenügend. So viel scheint doch daraus hervorzugehen, dafs die Pulshöhe vom Mai an bis gegen den Oktober ein Maximum zeigt; vom Oktober an sinkt sie bis auf ein Minimum, das vom Dezember bis fast zum März andauert, worauf sie wieder steigt. Eine nähere Untersuchung der Sache wird wahrscheinlich einen Teil dieser Zeitbestimmungen abändern und ist gewifs auch notwendig, wenn man der Ursache der Erscheinung nachforschen will. Dafs die Temperatur des Lokals keine

Schuld trägt, glaube ich mit Sicherheit behaupten zu können. Den Winter hindurch wurde sie immer in der Höhe von 18° C. gehalten, und selbst im Sommer stieg sie sehr selten höher. Die niedrigste Temperatur, 15 bis 16° C., haben wir gewöhnlich im September bis Oktober, bevor man mit dem Einheizen recht in Gang gekommen ist, das Minimum der Pulshöhe fällt aber keineswegs, wie wir sahen, in diesen Zeitpunkt. Es kommt mir viel wahrscheinlicher vor, dafs die Erscheinung in irgend einer Weise mit dem Wechsel der Temperatur im Laufe des Jahres in Verbindung steht.

Die Pulsformen. Dafs die Form des Pulses, die Lage des Dikrotismus und der übrigen sekundären Erhöhungen in hohem Grade von dem Zustande der Gefäfse abhängig ist, steht kaum zu bezweifeln. Trotzdem recht bedeutende Arbeit an die Untersuchung dieser Verhältnisse angewandt worden ist, hat man jedoch noch lange nicht ins reine gebracht, was die verschiedenen bekannten Veränderungen der Pulsformen verursacht[1]. Es ist also keine grofse Hoffnung, dafs wir auf diesem Wege in unserer Deutung der Kurven viel weiter kommen werden, um so weniger, da alle Studien mit Bezug auf die Pulsformen den Radialispuls betreffen; so viel ich weifs, hat nur Mosso sich eingehender mit den Formen des Volumpulses beschäftigt[2]. Unmöglich wäre es doch wohl nicht, mit Hilfe dieser Vorarbeit einen Schritt weiter zu kommen; unglücklicherweise ist aber die Pulsform in allen meinen Plethysmogrammen sehr wenig charakteristisch. Vergleicht man dieselben mit Mossos Hydrosphygmogrammen[3], so wird es der Aufmerksamkeit nicht entgehen können, dafs letztere rücksichtlich der Pulsformen weit gröfsere Variation darbieten als meine Kurven, und Veränderungen, welche Mosso für sehr konstant hält — so z. B. der Übergang aus trikuspidalem in dikroten Puls während der Thätigkeit des Gehirns —, kommen in meinen Plethysmogrammen gar nicht vor. Es ist nicht schwer, zu kon-

---

[1] Vgl. v. Frey: Die Untersuchung des Pulses. S. 222—233.

[2] Die Diagnostik des Pulses in Bezug auf die lokalen Veränderungen desselben. Leipzig 1879.

[3] Ang. Werk, die Tafeln.

statieren, dafs dies teils von dem geringen Wasserdruck, dem der Arm fortwährend unterworfen war, und teils von dem Gummisack des Plethysmographen herrührt, der offenbar einen Teil der feineren Einzelheiten der Pulskurven verwischt hat. Zur Erhellung dieser Sache dient Tab. LXVII, wo Kurven zusammengestellt sind, die teils mittels meines gewöhnlichen Plethysmographen mit Gummisack, teils mittels desselben Apparats, als Hydrosphygmograph angewandt, also mit der Röhre nach der Wasserstandsflasche offen, aufgenommen sind, und endlich einige Hydrosphygmogramme, die mittels Mossos Apparat genommen wurden, wo der Arm sich im Wasser befindet und der Druck fast gleich null ist. Während die erstgenannten nur mit Bezug auf die Lage des Dikrotismus Verschiedenheit aufzeigen, haben die letzten denselben Reichtum an Pulsformen, den wir aus Mossos Werke kennen.

Tab. LXVII, A. $^{26}/_{11}$ 96 nachm. P. L. Plethysmogramm mittels des gewöhnlich gebrauchten Apparats am linken Arm genommen. Nachwirkung einer Dosis Chinin, die kurz vor dem Anfang der Kurve gegeben wurde.

In betreff der Pulsform sieht man keine andre Variation als die, dafs der Dikrotismus immer mehr verwischt wird und höher gegen die Spitze hinansteigt, während das Volumen zugleich anwächst.

Tab. LXVII, B. $^{26}/_{11}$ 96 nachm. P. L. Hydrosphygmogramm des linken Arms, mittels des gewöhnlichen Apparats mit Gummisack genommen, die Röhre nach der Wasserstandsflasche offen, 5 cm Wasserdruck. Bei ⌐ der Geruch von asa foetida.

Der Reiz bewirkt hier, dafs der Dikrotismus entschiedener wird und tiefer gegen die Basis hinabsinkt; später steigt er wieder und wird verwischt. Die Veränderung stimmt also ganz mit dem überein, was obiges Plethysmogramm zeigt. Da der direkte Druck auf den Arm im Hydrosphygmographen ein sehr geringer war, ist es gewifs wesentlich der Gummisack, der die feineren sekundären Erhöhungen der Pulse verwischt. Diese sind in den folgenden Kurven nämlich deutlich zu sehen.

Tab. LXVII, C u. D. $^{26}/_{11}$ 96 nachm. P. L. Hydrosphygmogramm, mittels des Mossoschen Apparats am

linken Arm aufgenommen; 1 cm Wasserdruck. Bei ⌐| Ammoniak. D ist die unmittelbare Fortsetzung von C.

Aufser denselben Veränderungen, die in den vorhergehenden Kurven zu sehen sind, treten hier mehrere sekundäre Erhöhungen am Schlusse von C auf. Am Ende von D finden sich ein paar trikuspidale Pulse.

Tab. LXVII, E. $^{23}/_{11}$ 96 nachm. J. N. Hydrosphygmogramm mit Mossos Apparat, am linken Arm genommen; 1 cm Wasserdruck. Bei ⌐| Ammoniak.

Die Kurve beginnt mit Andeutungen trikuspidaler Formen, wird unmittelbar nach der Einwirkung entschieden dikrot und kurz darauf wieder deutlich trikuspidal. Vergleicht man nun diese Kurve mit dem Plethysmogramm Tab. XXXVIII, B, das an demselben Tage an derselben V-P genommen ist, so sieht man, dafs die Pulsformen im ganzen und grofsen die nämlichen sind, nur fehlen im Plethysmogramm die feineren sekundären Wellen. Es kann also nicht davon die Rede sein, dafs unser Apparat alle Pulse sozusagen aus einer Form gieſst, die feineren Einzelheiten läfst er unleugbar aber nicht hervortreten. Dies ist auch deutlich zu sehen, wenn man mit Versuchspersonen operiert, die wegen eines Herzfehlers oder dgl. Pulsformen darbieten, welche vom Normalen erheblich abweichen. Dergleichen Abweichungen treten im Plethysmogramm entschieden hervor; ein Beispiel in dieser Richtung gibt:

Tab. LXVIII, A. $^{20}/_{2}$ 96 nachm. Dr. F. Plethysmogramm, in welchem die Form des Pulses einen vorhandenen Herzfehler verrät. Während des Aufenthalts von 3 Min., den die Kurve anzeigt, führte die im Apparate sitzende V-P schwache und langsame Übungen mit der Hantel aus, die erfahrungsgemäfs günstigen Einfluſs auf das Herz hatten. Der folgende Teil der Kurve zeigt denn auch Pulse, deren Form sich dem Normalen mehr nähert.

Es geht aus allen diesen Kurven offenbar hervor, dafs die Pulsformen im ganzen richtig wiedergegeben werden, dafs die Konstruktion des Apparats aber kein Hervortreten der feineren Einzelheiten gestattet. Jetzt fragt es sich nur, ob wir dennoch nicht aus den Pulsformen Schlüsse in betreff des Tonus der Blutgefäfse

ziehen können. Am leichtesten und sichersten werden wir die Beantwortung dieser Frage erhalten, wenn wir die Versuche betrachten, von denen sich auf anderem Wege darthun läfst, dafs die angewandten physischen Reize Veränderungen der Innervation der Gefäfse hervorrufen. Dies gilt z. B. von der Wärme und der Kälte. Tab. VII, D, VIII, A—D, XXXVI, C und XXXVII, A—D zeigen mehrere Versuche dieser Art. Bei aufmerksamer Betrachtung der Kurven entdeckt man nun auch leicht, dafs diejenigen Gefäfskontraktionen, welche durch Kälte oder sehr starke Hitze bewirkt werden, deutliche Spuren in der Pulsform hinterlassen, indem der Dikrotismus sich nach der Basis des Pulses senkt und mehr markiert wird. Anderseits sind die Erschlaffungen der Gefäfse, die als Reaktion auf die Verengungen folgen, ebenso unverkennbar dadurch markiert, dafs der Dikrotismus nach dem Gipfel des Pulses zu ansteigt und mehr verwischt wird. Diese Merkmale sind nun ohne Schwierigkeit in allen denjenigen Fällen wiederzufinden, wo wir bestimmten Grund haben, Gefäfsverengerungen mit hinterherfolgenden Gefäfserschlaffungen zu vermuten, z. B. bei allen starken Unlustgefühlen; die Tabellen XXXI—XXXIV bieten zahlreiche Beispiele hiervon. Ein untrügliches Kennzeichen sind diese Veränderungen der Pulsform jedoch nicht, denn sie erscheinen ebenfalls unter Verhältnissen, wo nicht der geringste Grund zur Annahme vasomotorischer Veränderungen vorliegt, z. B. als einfache Folge des Atmens. Tab. LXV, die uns die Veränderungen des Herzschlages während willkürlich variierter Atemzüge zeigt, bietet auch die erwähnten Veränderungen der Pulsform dar; in den geschwinden Pulsen liegt der Dikrotismus durchweg niedrig und ist stark markiert, in den langsameren Pulsen liegt er hoch und ist verhältnismäfsig verwischt. Und hier haben wir nicht den geringsten Grund, vasomotorische Veränderungen anzunehmen, da diese wohl kaum so schnell verlaufen können. Die Veränderung der Pulsform ist also ebenfalls eine zweideutige Erscheinung; sie kann zweifelsohne von Veränderungen des Tonus der Gefäfse herrühren, kann aber wahrscheinlich auch aus andern Ursachen entstehen. Aus dieser läfst sich also nichts schliefsen.

Um eine wirklich zuverlässige physiologische Deutung der Kurven zu erzielen, mufs man also vor allen Dingen die Mittel zu finden suchen, wodurch die stattgefundenen Veränderungen der Innervation der Gefäfse festgestellt werden können. Einen Weg, auf welchem dieses sich erreichen läfst, hoffe ich im folgenden Teile dieser Arbeit nachweisen zu können.

SCHLUSS.

Welche Einwürfe sich auch gegen die im Vorhergehenden aufgestellten Resultate möchten erheben lassen, so wird doch gewifs eines darunter sein, dessen Richtigkeit schwerlich bezweifelt werden kann, nämlich: dafs jeder Bewufstseinszustand unter sonst gleichartigen Umständen von ganz bestimmten, gesetzmäfsigen körperlichen Äufserungen begleitet wird. Diese Thatsache geht so unmittelbar aus den Tafeln hervor, dafs ich jedenfalls nicht einzusehen vermag, wie sie sich wegräsonnieren läfst. Steht dies aber fest, so wird es offenbar von Interesse sein, die zahlreichen, mehr komplizierten Bewufstseinszustände, die Affekte und Stimmungen, die bisher entweder gar nicht oder allenfalls nur sehr oberflächlich behandelt worden sind, einer Untersuchung zu unterwerfen. Dafs auch diese Zustände, trotz ihres grofsen Reichtums an Formen, durchgängige Gesetzmäfsigkeiten zeigen werden, scheint mir nicht zweifelhaft zu sein. Sind alle diese Erscheinungen erst untersucht und ihre charakteristischen Äufserungen festgestellt, so wird man am Plethysmographen ein wirkliches Psychoskop besitzen, einen Apparat, mittels dessen man mit nicht geringer Sicherheit den Gemütszustand einer Person zu diagnostizieren vermag.

Diejenigen Untersuchungen, welche die folgenden Teile dieser Arbeit erörtern sollen, und die in meinem Laboratorium bereits in vollem Gange sind, gehen jedoch nicht in dieser Richtung. Wie oben angedeutet, schien es mir wichtiger, die Erweiterung unseres Erfahrungsgebietes nach andern Seiten zu erstreben, so

dafs sich zuverlässige Schlüsse darüber ziehen liefsen, welche Bedeutung die wahrgenommenen körperlichen Äufserungen für den Organismus, besonders für den Blutzufluſs nach dem Gehirn haben. Es liegt aber wohl kein Grund zu der Vermutung vor, dafs das grofse Interesse, welches die Psychologen in der jüngsten Zeit den plethysmographischen Untersuchungen erwiesen haben, und welches in zahlreichen umfangsreichen Werken Ausschlag gegeben hat, plötzlich aufhören werde. Es steht also zu erwarten, dafs die hier vorliegende Arbeit von andern Forschern fortgesetzt und über Gebiete ausgedehnt werden wird, die ich kaum flüchtig berührt habe. Aus Rücksicht auf diese eventuellen Untersuchungen sei es mir gestattet, einige Bemerkungen mit Bezug auf den Apparat, der hierbei sicherlich eine Hauptrolle spielen wird, den Plethysmographen nämlich, zu machen.

Bekanntlich finden sich mehrere Konstruktionen dieses Apparats, deren jede ihre Vorzüge hat, und unter denen man also wählen kann, je nachdem man das Hauptgewicht auf leichte Handhabung, genaue Registrierung der Volumveränderungen, der Pulshöhen, der Pulsformen u. s. w. legt. Alle diese Vorzüge in einem einzigen Apparate vereint zu sehen, wäre wohl auch nicht unmöglich. Welche Konstruktion man aber auch wählen möge, so sorge man vor allen Dingen dafür, dafs die Pulse in den Plethysmogrammen nicht allzu mikroskopisch werden. Zahlreiche Gesetzmäfsigkeiten, die sich mit Leichtigkeit durch unmittelbare Betrachtung grofser Pulskurven entdecken lassen, sind in den kleinen nur mittels minutiöser Messungen zu gewahren. Ferner ist dafür zu sorgen, dafs der Bau des Apparats kein gar zu komplizierter wird, weil es sonst schwer zu entscheiden ist, was eigentlich registriert wird. Ein Beispiel hiervon sieht man an dem von Shields benutzten Plethysmographen, siehe die oben citierte Abhandlung. In der Hauptsache besteht derselbe aus einer Armröhre, die mit zwei Nebenröhren versehen ist. Die eine der letzteren schreibt die Pulskurve auf gewöhnliche Weise; die andre dient dazu, den Wasserdruck konstant zu erhalten, und zugleich zeichnet sie die Volumveränderungen auf. Diese Kurven zeigen

alle beide Niveauveränderungen, die jedoch nicht zusammen gehen. Wahrscheinlich aus diesem Grunde glaubt Shields, die eine Kurve registriere nur die Thätigkeit des Herzens, während die andre die vasomotorischen Veränderungen gebe. Dies ist indes ein völliges Mifsverständnis: dafs die Schwankungen der beiden Kurven nicht zusammengehen, beruht ganz einfach auf einem Fehler des Instruments. Shields sogenannte vasomotorische Kurve wird nämlich von einer komplizierten Vorrichtung gezeichnet, welche die Volumveränderungen erst sehr spät und in vergrölsertem Mafsstabe registriert. Es fällt nicht schwer, dies mit Hilfe meines Plethysmographen nachzumachen. Läfst man nämlich die in die Niveauflasche führende Röhre offen stehen, und bringt man in dem Hals der Flasche eine Röhre an, die mit einem Schreibhebel in Verbindung steht, so hat man in allem Wesentlichen die von Shields benutzte Konstruktion. Der Wasserdruck ist nun annähernd konstant, und man erhält zwei Kurven gezeichnet, deren eine, wie gewöhnlich, den Puls zeigt, während die andre, von der Niveauflasche gezeichnete, nur die Volumveränderungen gibt. Ist die Röhre nach der Niveauflasche nun kurz und weit, so gehen die beiden Kurven fortwährend miteinander. Dies zeigt Tab. LXVIII, B, wo die unterste Linie eine derartige reine Volumkurve ist. Nimmt man aber einen langen und engen Schlauch, so fangen die beiden Kurven an, voneinander abzuweichen, wie Tab. LXVIII, C zeigt. Durch starke Verengerung des Schlauches zwischen der Armröhre und der Niveauflasche kann man es dahin bringen, dafs die beiden Kurven überhaupt gar keine gleichzeitigen Schwankungen darbieten. Es leuchtet indes ein, dafs man nicht im stande ist, durch die Verengerung einer Röhre die vasomotorischen Veränderungen von der Thätigkeit der Herzens zu isolieren. Dafs Shields diese voneinander sondert, beruht deshalb nur darauf, dafs sein Apparat dermafsen kompliziert war, dafs er sich nicht zu erklären vermochte, was denn eigentlich registriert wurde. Dergleichen Apparate sind also mehr dazu geeignet, die Begriffe zu verwirren, als unser Verständnis der Erscheinungen zu fördern.

Pierer'sche Hofbuchdruckerei Stephan Geibel & Co. in Altenburg.

WELLCOME LIBRARY INSTITUTE